

**RĒZEKNES AUGSTSKOLA
IZGLĪTĪBAS UN DIZAINA FAKULTĀTE
PERSONĪBAS SOCIALIZĀCIJAS PĒTĪJUMU INSTITŪTS**



Jānis POPLAVSKIS

**BIONIKA VIDUSSKOLAS FIZIKAS
MĀCĪBU SATURA APGUVĒ**

Promocijas darba kopsavilkums

Doktora zinātniskā grāda iegūšanai pedagoģijā
Apakšnozare: skolas pedagoģija

Rēzekne
2013

Promocijas darbs izstrādāts Rēzeknes Augstskolas Izglītības un dizaina fakultātes Personības socializācijas pētījumu institūtā laika posmā no 2009.gada līdz 2013. gadam.



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Šis darbs izstrādāts ar ESF projekta „Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai Rēzeknes Augstskolā” (Vienošanās par projekta īstenošanu Nr.2009/0161/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/007)

Promocijas darbs sastāv no ievada, trīs nodaļām, nobeiguma, literatūras saraksta, 17 pielikumiem.

Darba forma: disertācija pedagogijā, apakšnozare skolas pedagogija

Darba zinātniskais vadītājs: Dr. paed., asoc.prof. **Jānis Dzerviniks**

Darba recenzenti:

Dr.habil.paed. prof. **Irēna Žogla**

Dr. paed, asoc.prof. **Andra Fernāte**

Dr. paed. prof. **Velta Ļubkina**

Angļu valodā tulkojis **Kaspars Poplavskis**

Promocijas darba aizstāvēšana notiks

2013.gada 19.decembrī plkst. 13.30 Latvijas Universitātē,
Rīgā, Jūrmalas gatve 74/76, G 16 telpā

LU Pedagoģijas zinātņu nozares
promocijas padomes priekšsēdētāja
Irēna Žogla, Dr.habil.paed., profesore

Promocijas padomes sekretāre
Linda Daniela, Dr.paed.

© **Jānis Poplavskis, 2013**

© **Rēzeknes Augstskola, 2013**

ISBN

SATURS

ANOTĀCIJA.....	4
IEVADS	5
PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS	6
PROMOCIJAS DARBA SATURS.....	12
TĒZES AIZSTĀVĒŠANAI	23
SECINĀJUMI	23
IETEIKUMI VIDUSSKOLAS FIZIKAS SKOLOTĀJIEM	24
PĒTĪJUMA REZULTĀTU APROBĀCIJA	25
PATEICĪBAS	26

ANOTĀCIJA

Promocijas darba „Bionika vidusskolas fizikas mācību satura apguvē” mērķis - izpētīt vidusskolas fizikas mācību saturu, bionikas ieviešanas iespējamību fizikas apguves procesā, izstrādāt skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli, kas sekmē dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstību un veicina intereses veidošanos par dabaszinātnēm.

Pētījumā veikta literatūras un izglītības dokumentācijas analīze par fizikas mācību procesa īstenošanas pedagoģiski psiholoģiskajiem aspektiem, par mācību satura attīstību konstruktīvā, uz kontekstiem balstītā pedagoģiskajā procesā, izstrādāts skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktiskais modelis, integrējot bioniku vidusskolas fizikas mācībās, izstrādāti kritēriji skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudei, veikta izstrādātā modeļa aprobācija un efektivitātes izvērtējums.

Atslēgas vārdi: bionika, konteksts, konstruktīvisms, didaktiskās rekonstrukcijas modelis, skolēnu zināšanas par dabu integrējošs didaktiskais modelis.

IEVADS

Mūsdienu pasaulē dabaszinātņu izglītības mērķis ir dabaszinātniskās izpratības veidošana. Skolēnu dabaszinātniskā izpratība ir arī viens no izglītības kvalitātes indikatoriem, kas tiek mērīts ES. Starptautiskie salīdzinošie pētījumi dabaszinībās (TIMSS PISA OECD) (Geske, 2010) uzrāda salīdzinoši zemu Latvijas skolēnu sasniegumus dabaszinātnēs un matemātikā. Pētījuma veicēji Latvijā secina, ka skolēnu relatīvi zemie sasniegumi, salīdzinot ar OECD valstu vidējo līmeni, liecina par nepieciešamību vairāk attīstīt skolēnu spējas izmantot skolā iegūtās zināšanas un prasmes reālās dzīves situācijās.

Rezultāti šajos pētījumos, ir izraisījuši debates par nepietiekamām prasmēm un iemaņām dabaszinību mācību priekšmetos, attiecīgi arī fizikā, tāpēc rodas nepieciešamība uzlabot izglītības kvalitāti skolā. Dabaszinību izglītības procesa izpētei ir būtiska loma ne tikai analizējot faktisko zinātniskās kompetences stāvokli un reālo situāciju skolās, bet arī mācību procesa uzlabošanai un pedagogu izglītībai.

Ir svarīga fizikas mācību mācīšanas un mācīšanās procesa uzlabošana. Šobrīd ir pieejami dažādi pētījumi šajā jomā un ir svarīgi izvēlēties pareizas metodes un paņēmienus, izmantojot pētījumos gūtās atziņas. Viena no koncepcijām balstās uz didaktiskās rekonstrukcijas modeli, kur tiek uzskatīts, ka ir jāpiešķir vienāda uzmanība skolēnu mācību vajadzībām un iespējām (Duit, 2000). Izglītības procesā pētniecības un attīstības darbībām ir jābūt cieši saistītām. Dabaszinību priekšmetu apguve ir cieši saistīta ar izpētes darbu un iemaņām mācību procesā. Zinātniskās un pētnieciskās darbības ir obligāts priekšnoteikums, lai uzlabotu mācību procesu, rezultātu un kompetences, nepieciešama jauna pieeja fizikas mācīšanas procesā. Kā iespējamais risinājums varētu būt kontekstu izmantošana. Uz kontekstiem balstīts mācību process priekšplānā izvirza reālās pasaules strīdīgus un pretrunīgus jautājumus, kā arī sociālos jautājumus. Jau pagājušā gadsimta vidū tika formulētas zinātnieku atziņas par cilvēka izziņas aktīvo dabu un akcenta pārvešanu uz skolēna mērķtiecīgu darbību mācībās.

Viena no teorijām, kas veidojās 20.gadsimta 90.gados, ir konstruktīvisms, kas uztverams kā brīvi saistītu izziņas viedokļu kopums. Šo viedokļu pamatā ir uzskats, ka zināšanas konstruē tie, kas mācās un attīsta tās pieredzes ceļā. Zināšanas var uzņemt, uzkrāt un uzglabāt, bet visspēcīgākās un dziļākās zināšanas veidojas tur, kur indivīds aktīvi konstruē nozīmes savā mijiedarbībā ar fizisko un sociālo vidi. Ja audzēkņus uzlūko par aktīviem, nevis pasīviem mācīšanās procesa dalībniekiem, tas nozīmē, ka mācības biežāk tiek virzītas uz domāšanas aktivizēšanu nekā uz to, lai piepildītu viņu

galvas ar zināšanām. Saskaņā ar konstruktīvisma idejām skolēniem jādod iespēja pārbaudīt jaunas idejas, izpētīt informāciju, risināt ikdienas dzīves mīklas, rast jaunas atbildes dažādās situācijās. Mācoties risināt problēmas, skolēni pēta problēmsituācijas, un šāds darbs attīsta domāšanu un motivē mācīšanos. Skolēni strādā sadarbojoties, mācās apšaubīt cits cita, arī skolotāja domas, lai nonāktu pie kopīga slēdziena.

Mūsdienās liela uzmanība tiek pievērsta fizikas teorētiskajām atziņām saistībā ar mums apkārt notiekošajiem procesiem sadzīvē un, kas ir ļoti nozīmīgi, arī dabā. Ļoti efektīvi ir izmantot jau esošus risinājumus dabā, tikai tos jāizskaidro un jāizprot. Liela loma mūsdienās kļūst jaunai zinātnei – bionikai, kurai noteikti būtu jāatvēr zināma vieta skolā fizikas un arī citu dabaszinību mācību priekšmetu apgūvē. Bionika – robežzinātne starp fiziku, bioloģiju un tehniku, kas risina inženiertehniskus uzdevumus, pamatojoties uz dzīvās dabas organismu struktūru modeļiem.

Fizikas mācīšanai vidusskolas posmā ir tradicionālā pieeja: vispirms skolēni tiek iepazīsti ar zinātniskajām atziņām, tad seko teorija un pielietojums sadzīvē, piemēri dabā. Autors promocijas darbā piedāvā izmantot citu pieeju - izstrādāt zinātnisko modeli- vispirms skolēni atrod, izpēta piemērus dabā, tad izdarot secinājumus, nonāk pie atbilstošas teorijas un tad seko teorijas undabas piemēru pielietojums tehniskos risinājumos.

Bionikas elementu izmantošana fizikas mācību procesā, pamatojoties uz dzīvās un nedzīvās dabas sakarībām, parāda fizikas un citu dabaszinātņu savstarpējo saistību, padziļina priekšstatus par materiālās pasaules vienotību, dabas parādību savstarpējo saistību, to izpratni, iepazīstina ar fizikālo metožu izmantošanu bioloģisko procesu apgūvē. Tiek aktivizēta skolēnu domāšana, prasme izvirzīt hipotēzes, patstāvīgi izdarīt secinājumus, pamatot savus spriedumus. Skolēnos tiek veidota motivācija apgūt fiziku un citas dabaszinātnes, veikt pētījumus.

PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS

Pētījuma problēma

- Latvijas skolās tiek nodrošināta pilnveidota fizikas mācību satura apguve, tomēr tas neveicina skolēnu interesi par fizikas mācībām, par ko liecina starptautiskie pētījumi (TIMSS, PISA, u.c.);

- Mūsdienās dabaszinātņu un tehnoloģiju attīstība vērsta uz dzīvās un nedzīvās dabas kopsakarību meklējumiem, bet mācību saturs dabaszinātņu mācību priekšmetos, tai skaitā fizikā, nepietiekami akcentē saiknes veidošanu starp dabu un tehniku;
- Skolēni ikdienā sastopas ar dažādiem materiāliem objektiem, kuru darbībā izmantoti dabā balstīti risinājumi, bet neprot izskaidrot dabas un tehnikas saistību, izmantojot fizikas likumsakarības.

Tas arī noteica promocijas darba tēmu „Bionika vidusskolas fizikas mācību satura apgūvē”.

Promocijas darbā pētītas konstruktīvisma pamatnostādnes fizikas mācību procesā, kontekstu izmantošana fizikas apgūvē. Uz empīrisko un teorētisko pētījumu un eksperimenta divās vispārīzglītojošajās vidusskolās bāzes izstrādāts un aprobēts skolēnu zināšanas par dabu integrējošs didaktiskais modelis.

Pētījuma mērķis: izpētīt vidusskolas fizikas mācību saturu, bionikas ieviešanas iespējamību fizikas apguves procesā, izstrādāt skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli, kas sekmē dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstību un veicina intereses veidošanos par dabaszinātnēm.

Pētījuma hipotēze

Dabaszinību un tehnoloģiju kompetence attīstīsies, fizikas mācībās pielietojot skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli, kurš paredz:

- vidusskolas fizikas mācību saturā integrēt bioniku, kas nodrošinās mācību, dabas un tehnikas vienotību un palīdzēs skolēniem veidot apzinātu praktisku darbību;
- fizikas apguvi īstenot dialogā: skolēns-skolēns, skolēns-skolotājs, skolēns-daba, skolēns-tehnika, prakse - teorija, abstrakcija – konteksti, bioloģiska sistēma -tehnisks risinājums.

Pētījuma uzdevumi:

- Veikt literatūras un izglītības dokumentācijas analīzi par fizikas mācību procesa īstenošanas pedagoģiski psiholoģiskajiem aspektiem, par mācību satura attīstību konstruktīvā, uz kontekstiem balstītā pedagoģiskajā procesā;
- Veikt literatūras un vispārējās vidējās izglītības standarta analīzi par iespēju vidusskolas fizikas apguves procesā ieviest bionikas elementus;

- Apkopot un adaptēt Latvijas apstākļiem mācību metodisko materiālu piemērus bionikas izmantošanai fizikas mācību procesā vidusskolā;
- Izstrādāt skolēnu zināšanas par dabu integrējošu didaktisko modeli, integrējot bioniku vidusskolas fizikas mācībās;
- Izstrādāt kritērijus skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa efektivitātes pārbaudei;
- Veikt izstrādātā skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa aprobāciju un efektivitātes izvērtējumu.

Pētījuma teorētisko pamatu veido:

Konstruktīvisms kā teorija, kuras pamatā ir uzskats, ka zināšanas tiek konstruētas, pamatojoties uz pieredzi un prāta darbību: Božoviča, 1975; Brooks & Brooks, 1994; Bruner, 1961; Bruner, 1996; Geidžs, Berliners, 1999; Joplin, 1995; Linn, 1987; Novak, 1988; Papert, 1993; Piaget, 1970, 1981, 2002; Poplin, 1988; Resnick, 1983; Steffe, Gale, 1995; Дьюи, 2000.

Sociālais konstruktīvisms- mācīšanās kā sociāls process: Brooks & Brooks, 1993; Damasio, 1998; Heilman, 1994; Klafki, 1999; Kolb, 1984; LaBerge, 1995; Lumsdaine, Voitle, 1993; Meeks & Jeste, 2009; Rauste-von Wright, 1999; Reich, 2002; Simons, 1993; Берген, Лукман, 1995.

Sistēmiskais konstruktīvisms kā personu un sistēmu savstarpēja integrācija: Bennett, Hogartt, Lubben 2003; Campbell, 1994; diSessa, 1988; Shneiderman, 1993; Solomon & Aikenhead, 1994; Yager, Blunck et al., 1988.

Kontekstuālais konstruktīvisms: Aikenhead, 2007; Campbell, 1994; Cole, 1996; Fine, 1987; Glynn, Winter 2004; Mestre, 1991; Posner, 1982; Ryan & Cooper, 2004; Solomon & Aikenhead, 1994.

Kontekstorientētas mācības: 2006; Clark, 1997; Aikenhead, 2002; Bruner, 1960; Chaiklin and Lave, 1993; Clark, 1997; Cole, 1996; Dauge, 1928; Dewey, 1938; Filkenstein, 2001; Klafki, 1985; Klafki, Gudjons, 1998; Komorek, 2006; Komorek, Kattman, 2008; McDermott, 1993; McDermott, Redish, 1999; Miller, 1991; Negt, 1998; Neumann, 2004; Theyßen, 2005; Osewold 2007; Pētersons, 1931; Ģirupnieks, 1931; Redish, 2002; Stavrou, 2004; Sundermeier, 2009; Выготский, 2003; Головки, 2011.

Didaktiskās rekonstrukcijas modelis mācību satura apgūšanā: Bleichroth, 1991; Cobb et al., 2003; Cobb, Confrey, di Sessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Driver & Ericson, 1983; Duit & Treagust, 1998, 2003; Gibbons et. al., 1994; Holzer, 1994; Kattmann, Duit, Gopengrießer un Komorek, 1997; Kattmann, Duit, Gropengießer, & Komorek, 1995; Kattmann, Duit, Gropengreper, Komorek, 1997; Lijnse, 1995; Kaestle, 1993; Wright, 1993; McComas, 1998;

Nanjappa, Grant, 2003; Rauste-von Wright, 1999; Reinhold, 2006; Schulz, 1965; Philips, 2000; Simons, 1993; Kattman, 2004, 2007; Viiri, 2004; Vosniadou, 1996; Widodo, 2004.

Neirokognitīvā mācīšanās teorija un konstruktīvisma zinātnes filozofija:

Anderson, 2009; Bentley, 2007; Bodner, 1986; Brandt, 1998; Bransford, et al, 2000; Dede, 2009; Eccles, 1989; Fosnot, 2005; Fosnot, 2005; Fox, 2001; Granit, 1977; Klausmeijers, Rippe, 1982; Kleim, Vij, Ballard & Greenough, 1997; Ļeontjevs, 1983; Markova, 1991; Marr, 1982; Marr, 1982; Morton & Johnson, 1991; Sadlers, 2009; Shultz & Mareschal, 1997; Stoll & Fink, 1996; Tobin, 1993; von Glasersfeld, 1993.

Neirovizualācijas metodes: Bleichroth, 1991; Brandoni & Anderson, 2009; Duit, 2000; Eliass, 1995; Finks, et al., 2009; Gardner, 1985; Gropengieser, 2005; Hibner, 1998; Karpova, 1994; Kattmann, 1997; Komorek, 1997; Longo, Anderson & Wicht, 2002; Osewold, 2007; Picka, 1990; Reinhold, 2006; Sundermeier, 2009; Viiri, 2004.

Bionikas izmantošana dabaszinību kompetences attīstībā: Benckert, 1997; Bennet, 2003; Rayner, 2005; Campbell, Lazonby, Nicholson, Ramsden, Waddington, 1994; Duit, 2004; Filkenstein, 2001; Lubben, Campbell, Dlamini, 1996; Marlow, 2002; Merrill, 2007; Osborne, 2003; Simon, 1993; Rayner, 2005; Sjoberg, 2000; Trowbridge, Bybee, 1990; Ищенко, 2008.

Pētījuma metodes:

1. Teorētiskās:
 - 1.1.pedagoģiskās, psiholoģiskās filozofiskās u.c. zinātniskās literatūras un izglītības dokumentācijas analīze,
 - 1.2.izglītības normatīvo dokumentu –valsts vispārējās vidējās izglītības standarta, fizikas mācību priekšmeta standarta un fizikas mācību programmas parauga izpēte un izvērtēšana.
2. Empīriskās metodes:
 - 2.1.pedagoģiskais eksperiments;
 - 2.2.pedagoģiskie novērojumi,
 - 2.3.skolēnu un skolotāju anketēšana, iegūto datu analīze,
 - 2.4.skolēnu pārbaudes darba rezultātu analīze,
 - 2.5.skolēnu un skolotāju intervijas.
3. Statistiskās metodes:
 - 3.1.datu kvantitatīvā apstrāde, izmantojot SPSS 19 datu apstrādes programmu,
 - 3.2.datu kvalitatīvā apstrāde.
4. Teorētiskās analīzes un modelēšanas metode.

Pētījuma bāze:

Divas vispārējās vidējās izglītības iestādes – vidusskolas, kas atrodas vienā Latvijas reģionā, skolēni apgūst vienādas izglītības programmas.

Respondenti: Latvijas 10. - 12. klašu vidusskolēni, fizikas skolotāji.

Promocijas darba izstrādes posmi:

- 2008. gada septembris - 2009. gada septembris - pētījuma sagatavošanas posms. Analizēta esošā situācija, izstrādātas idejas pētījuma veikšanai.
- 2009. gada septembris - 2010. gada septembris - izstrādāts pētījuma mērķis, objekts, priekšmets, uzdevumi, izvirzīta hipotēze. Analizēta teorētiskā literatūra par fizikas mācību procesu, mācību saturu, didaktiskās rekonstrukcijas teoriju, konstruktīvisma teoriju, neirokognitīvo mācīšanās teoriju un konstruktīvisma zinātnes filozofiju, neirovizualizācijas metodēm, kontekstu, bionikas elementu izmantošanas iespējām vidusskolas fizikas mācību procesā.
- 2010. gada septembris - 2011. gada septembris - sistematizētas iegūtās teorētiskās zināšanas, precizēts darba objekts, priekšmets. Izstrādāts didaktiskais modelis „Skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis”. Izpētīta ārzemju pieredze un mācību materiāli bionikā un veikta to pielāgošana Latvijas apstākļiem. Izstrādāti un pārbaudīti didaktiskā modeļa pārbaudes kritēriji. Veikta skolēnu, skolotāju anketēšana.
- 2011. gada septembris - 2013. gada jūnijs - precizēts promocijas darba nosaukums. Veikts pedagoģiskais eksperiments pielietojot izstrādāto didaktisko modeli, izmantojot bionikas elementus vidusskolas fizikas mācību procesā. Veikta atkārtota skolēnu anketēšana, skolēnu skolotāju intervēšana eksperimenta beigās, veikta iegūto datu analīze un interpretācija, izdarīti secinājumi, izstrādāti ieteikumi fizikas skolotājiem, izvirzītas tēzes aizstāvēšanai.

Pētījuma teorētiskā novitāte: izstrādāts teorētiski pamatots skolēnu zināšanas par dabu integrējošs didaktiskais modelis ar bionikas elementu pielietojumu, kas padara efektīvāku un interesī veicinošu uz dabas dziļāku izpratni balstītu fizikas mācību procesu.

Pētījuma praktiskā novitāte: veikta metodiskās literatūras bionikā analīze, kā arī izveidoti pētniecisko laboratorijas darbu apraksti vidusskolas fizikas kursā ar bionikas elementu pielietojumu, izstrādāts tematiskais plāns bionikas integrētai iekļaušanai vidusskolas fizikas kursā, izstrādāts skolēnu zināšanas par dabu integrējošs didaktiskais modelis, integrējot bioniku fizikas mācībās.

Promocijas darba struktūra

Promocijas darba struktūru veido ievads, trīs nodaļas, nobeigums, 17 pielikumi. Darbā ir 39 attēli un 17 tabulas. Darbā ir 135 lpp, izanalizēti 290 literatūras avoti – latviešu, angļu, vācu un krievu valodā.

PROMOCIJAS DARBA SATURS

Promocijas darbā trīs nodaļas. Ievadā pamatota pētījuma izvēle, aktualitāte, novitāte, noteikts pētījuma mērķis, izvirzīti uzdevumi mērķa sasniegšanai, izvirzīta hipotēze, apkopots metodoloģiskais pamats, aprakstīta pētījuma bāze un posmi.

Promocijas darba 1.daļa „Fizikas mācību teorētiskā analīze kontekstorientētā konstruktīvā pedagoģiskajā procesā” sastāv no piecām nodaļām. Darba 1. daļā analizēta zinātniskā literatūra par konstruktīvisma pamatnostādņiem, kontekstu, didaktiskā rekonstrukcijas modeļa izmantošanu fizikas mācīšanas procesā, par neirokognitīvās mācīšanas teoriju, neirovizualizācijas metodēm, analizēts vispārējās vidējās izglītības fizikas mācību saturs, bionikas elementu pielietojuma iespējas fizikas mācību saturā.

Promocijas darba 1.1. nodaļā apkopojot literatūras avotos analizētās atziņas (Piaget,1970, 1981, 2002; Bruner,1996; Geidžs, Berliners, 1999, u.c) autors secina, ka konstruktīvisma idejas, kas balstās uz kognitīvajām teorijām, palīdz skolēnam pašam konstruēt savas zināšanas, konstatējot atšķirības starp savām sākotnējām zināšanām un jauno pieredzi. Skolēni izkopj savas intelektuālās spējas, meklēdami līdzsvaru starp to, ko viņi uztver, zina un saprot, un, ko saskata ikvienā jaunā parādībā, pieredzē vai problēmā. Ja skolēns pats formulē hipotēzes un pats tās pārbauda, rodas pieredze vispārīgu likumu un principu formulēšanā, noderīgu jēdzienu identificēšanā. Skolēniem ir svarīgi pareizi izprast mācāmo tēmu, izpratne balstās uz abstraktā un konkrētā, vispārīgā un atsevišķā nešķiramu saistību.

Promocijas darba 1.2. nodaļa iekļauj divas apakšnodaļas.

Apakšnodaļā 1.2.1. tiek analizēts konteksta jēdziens fizikas didaktikā.

Analizējot dažādu autoru (Dž.Brunera, V.Klafki, R.McDermota, J. Mestres, E.Klarka u.c.) atziņas par kontekstorientētu mācīšanos, autors secināja, ka kontekstā tiek iekļautas īpašības, kas veicina satura uztveres veidošanos. E.Klarks (Clark, 1997) kontekstu interpretē kā virssaturu, kas palīdz formēt jēgpilnu izpratni par to, ko mācās saistībā ar ikdienas dzīves norisēm: kultūru, politiku, ekonomiku un ekoloģiju. Viņš izšķir četrus fundamentālus kontekstu veidus: subjektīvais konteksts, laika konteksts, simboliskais konteksts, ekosistēmas jeb globālais konteksts. Kontekstuāla konstruktīvisma modeļiem uzmanības centrā ir konteksti. Konteksts mācīšanās procesā ir viena no svarīgākajām daļām, nevis analītiski nodalāms faktors. Vārds konteksts ir radies no latīņu valodas vārda “contexere”, kas tulkojumā nozīmē “saaust kopā” vai

“tas, kas dod saskanību ar tā daļām” (Cole, 1996). Sasaistot mācību saturu ar dažādām reālās pasaules norisēm, skolēnu un skolotāju ikdienas dzīvi, profesionālo darbību un karjeru, fizikas mācības parādās kā aizraujošas un jēgpilnas, tās virza skolēnus kļūt aktīviem un pašmotivētiem mācīties.

Promocijas darba 1.2.2. apakšnodaļā secināts, ka pārsvarā fizikas mācīšana ir centrēta uz skolēniem un apgūstamo saturu, skolēna pasaules izpratne tiek attīstīta mācīšanās procesā. Lai veidotu skolēniem zinātnisku pasaules izpratni, kas balstās uz iepriekšējām zināšanām, ir jāizprot, kā skolēniem veidojas intuitīvās teorijas par pasauli. Mācīšanās nav izolēta darbība, bet gan drīzāk sociāla aktivitāte, ko ietekmē vietējie konteksti – uzdevuma informācija, situācija un vide. Šie konteksti nav analītiski atdalīti, bet ir būtiski skolēna mācīšanās procesam. No šī skatupunkta konceptuālas izmaiņas notiek gan individuāli, gan kontekstā. Ir jāizveido vides, kurās konteksts veicina skolēnu mācīšanās procesu. Ar šīm koncepcijām ir saistītas arī abstrakcijas, kas ļaus skolēniem pielietot šo koncepciju citās situācijās. Videi ir jāveicina gan noteiktās situācijas konceptuālo uztveršanu, gan spēju pārnest šīs zināšanas uz citām, saistītām situācijām (McDermott, 1993).

Konteksts palīdz formēt jēgpilnu izpratni par to, ko mācās saistībā ar ikdienas dzīves norisēm, bioniku. Kontekstuālā pieeja veicina kognitīvās kompetences attīstību, zināšanu izmantošanas prasmju attīstību, mācību motivācijas un attieksmju attīstību. Fizikas principu piemērošanu dažādām situācijām, nodrošinot konkrētāku apgūto zināšanu atspoguļojumu praktiskajā dzīvē var panākt ar kontekstu palīdzību. Skolēni satura uztveri veido kontekstā un tas nav nodalāms no skolēna mācīšanās no konteksta, kādā tas notiek un tas atbilst kontekstuālā konstruktīvisma pamatprincipam. Pēc dažādu autoru atziņām, fizikas mācību saturā un procesa organizēšanā kontekstuālā pieeja īstenojama trīs aspektos - konceptuālā, tematiskā un metodoloģiskā. Kontekstuālā pieeja rada nepieciešamību pēc integrētu fizikas mācību satura izveides, ņemot vērā kopsaistības ideju, radīt iespēju katram skolēnam pašam veidot jēgpilnu izpratni par pasauli un sevi tajā.

Promocijas darba 1.3. nodaļa iekļauj trīs apakšnodaļas, kurās analizētas atziņas par didaktisko rekonstrukcijas modeli fizikas mācību procesā.

Promocijas darba 1.3.1. apakšnodaļā analizējot dažādu autoru atziņas (Kattman, 2004, 2007; Kattmann, Duit, Gropengreper, Komorek, 1997, u.c.), autors secina, ka didaktiskās rekonstrukcijas modelis ir kā pamats, lai apvienotu profesionālās un izglītošanas kompetences pētniecībā un mācību procesā. Modelis mērķēts uz teorētisku mācību stundas metožu un struktūru izskaidrošanu, kā arī uz mācību procesu plānošanas, realizēšanas un refleksijas

izskaidrošanu. Tas arī pieļauj aprakstīt didaktiskās koncepcijas lomu un funkciju no skolotāju skatu punkta un no priekšmeta didaktiskās perspektīvas skatu punkta. Fizikas didaktikas rekonstrukcijas komponenti sastāv no:

1) Fizikas satura struktūras analīzes, kas iekļauj sevī divus saistītus procesus – priekšmeta noskaidrošanu un izglītošanas nozīmības analīzi. (Driver & Ericson, 1983);

2) Mācīšanas un mācīšanās pētījumiem fizikā, kas satur mācīšanās vides īpatnību empīriskos pētījumus;

3) Instrukcijas attīstības un vērtēšanas saistās ar instrukcionālo materiālu, mācīšanās aktivitāšu un mācīšanas un mācīšanās procesu projektēšanu fizikā (Duit, & Komorek, 2004).

Promocijas darba 1.3.2. apakšnodaļā tika noskaidrots, ka didaktiskās rekonstrukcijas modeļa mērķis ir sniegt ietvaru fizikas priekšmeta stundas plānošanai un pētīšanai, kurš ir uz skolēnu orientēts, ir konstruktīvisks no mācību teorijas viedokļa: skolēniem pašiem jākonstruē savas zināšanas, kamēr viņi, piemēram, paši izmēģina un eksperimentē. Stundā jādod skolēniem iespēju iegūt savu pieredzi. Skolēnu priekšstati par konkrētu specifisku jomu zināšanām fizikā ir arī didaktisko pētījumu priekšmets. Didaktiskās rekonstrukcijas modelī fizikā tiem ir centrālā loma, plānojot mācību stundu. Didaktiskās strukturēšanas galvenais mērķis stundā ir profesionālā skaidrojuma rezultātu sistemātiska saskaņošana ar skolēnu izpratni par šo tēmu, ar atziņām par skolēnu priekšstatiem un priekšzināšanām fizikā. Pie tam fizikas stundas plānojumā tiek iekļautas arī paredzamās mācīšanās grūtības (Kattmann, 1997).

Promocijas darba 1.3.3. apakšnodaļā autors secina, ka didaktiskā rekonstrukcija fokusējas uz fizikas zināšanu rekonstrukciju, lai palīdzēt skolēniem saprast svarīgākās lietas. Kopējais mērķis ir identificēt saiknes starp fizikas zināšanām un skolēnu alternatīvajām sistēmām ikdienā (Kattman, 1998; Duit, 2005). Fizikas zināšanas ir abstrakcijas un redukcijas procesu rezultāts, bet fizikas mācīšana iekļauj sevī dabaszinātņu skatupunkta padarīšanu par saprotamu skolēnam. Didaktiskās rekonstrukcijas modelis fizikas mācībās balstīts uz teorētisku mācību stundas metožu un struktūru izskaidrošanu, tas sasaista mācību stundas plānošanas un vadīšanas elementus sistemātiskā saistībā. Autors secina, ka didaktiskās rekonstrukcijas modeļa galvenās komponentes ir satura struktūras analīze, mācīšanās vides empīriskie pētījumi, mācīšanās procesu projektēšana fizikā. Didaktiskās rekonstrukcijas modelī fizikas saturs ir padarīts pieejamāks skolēniem, kaut gan tas ir

sarežģītāks, jo ir iekļauts dažādos kontekstos un mijiedarbojas ar skolēna mācīšanās spējām.

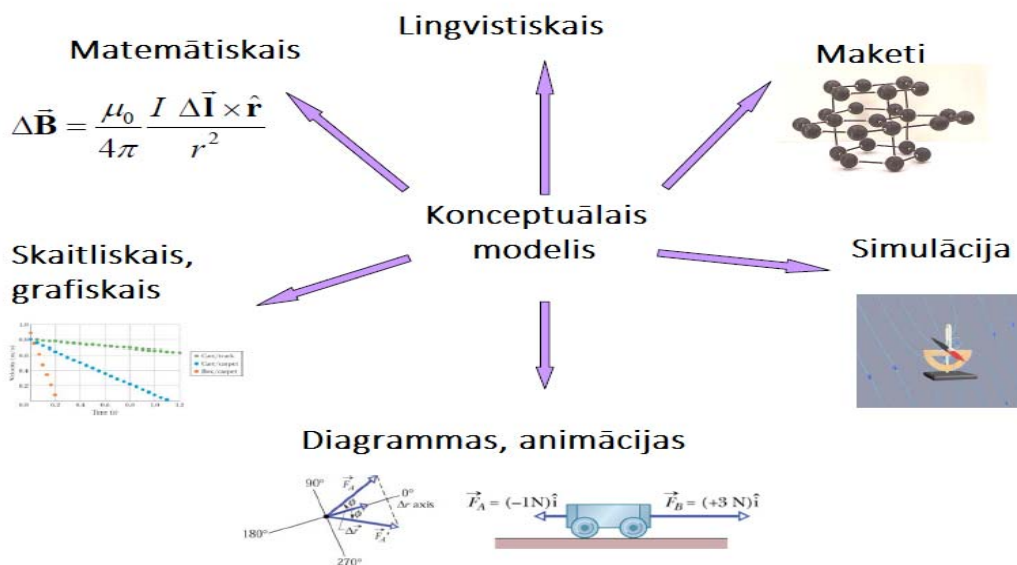
Promocijas darba 1.4. nodaļa iekļauj divas apakšnodaļas, kurās analizētas atziņas par neirokognitīvo mācīšanās teoriju un neirovizualizācijas metodes.

Promocijas darba 1.4.1. apakšnodaļā autors secina, ka neirozinātnes teorija un pētījumi izglītībā īpašu uzmanību pievērš mācīšanas un mācīšanās zinātnei, uzsverot kognitīvo teoriju un konstruktīvisma perspektīvas. Neirokognitīvā mācīšanās teorija ir sintēze no 3 atsevišķiem virzieniem:

1. Neurofizioloģijas, ar uzsvāru uz bioloģisko bāzi smadzeņu un nervu aktivitātēm.
2. Kognitīvās zinātnes, koncentrējoties uz informācijas apstrādes un iekšējās pārstāvēniecības pieredzi.
3. Mācīšanās teorijas, kas izskaidro, kā cilvēki kopumā mijiedarbojas un pielāgojas dažādās vidēs.

Šīs idejas parādījās divdesmitā gadsimta otrajā pusē, kontekstā integrējot neirokognitīvo informācijas apstrādes modeli - skolēni domā, mācās zinātniskas idejas, izmantojot pierādījumus (Anderson, 2009). Kognitīvā pētniecība pēta mācīšanās kvalitatīvos raksturojumus un domāšanas procesus. Tā balstās uz informācijas apstrādes modeli, ko izmanto izziņas psiholoģijā, kas raksturo cilvēku kā aktīvu un mērķorientētu saņēmēju, informācijas apstrādātāju un informācijas radītāju. Mācīšanās ir aktīva informācijas apstrāde. Konstruktīvistu uzsvē skolēna zināšanas un saprašanu kā aktivitāti, nevis kā ārējās pasaules informāciju. (Fox, 2001) Mācīšanās ir atkarīga no daudziem faktoriem. No konstruktīvisma viedokļa izšķirošie faktori ir skolēna sākotnējie pieņēmumi un pieredze, informācijas un zināšanu raksturs un konteksts, kurā notiek mācīšanās. Saskaņā ar konstruktīvismu nozīmīgākā skolotāja loma ir radīt mācību vidi, kurā skolēnam ir iespēja izpētīt savu iepriekšējo pieredzi un zināšanas, būt aktīvam zināšanu apguvējam un apstrādāt jauno informāciju reālā un nozīmīgā kontekstā.

Promocijas darba 1.4.2. apakšnodaļā analizējot neirovizualizācijas metodes, autors secina, ka jau kopš pirmsskolas vecuma skolēniem dominē vizuālā uztvere. Skolēni pakāpeniski apgūst prasmi uztvert objektu krāsu, lielumu, formu, proporcijas, frontālo perspektīvu. Arī psiholoģijā ir zināms, ka vizuālā uztvere ir prioritārā. Šī īpatnība būtu jāievēro visos mācību priekšmetos (Hibnere, 1998). Arī fiziku vieglāk uztvert izmantojot modeļus, vizualizējot teoriju, parādot ka fizika ir starpnieks starp teoriju un praksi, parādībām. Viens no fizikas vizualizācijas modeļiem parādīts 1. attēlā.



1. attēls. Fizikas vizualizācijas konceptuālais modelis (Houlloun, 1996)

Analizējot neirokognitīvās mācīšanās teoriju, autors secināja, ka neirozinātne piedāvā sintēzi starp neirokognitīvo mācīšanās teoriju, kas izskaidro, kā cilvēki kopumā mijiedarbojas un pielāgojas dažādās vidēs, un kognitīvā zinātne, kas koncentrējas uz informācijas apstrādi un pieredzi. Zināšanu konstrukcija notiek saistībā ar jaunu informāciju, jaunas zināšanas konstruējam izmantojot asimilāciju un akomodāciju, iekļaujot konstruktīvisma modeļus. Skolēnam nav pasīvi jāuzņem informāciju, bet, izmantojot savu pieredzi, jāmacās no apkārtējās vides, savienojot smadzeņu un intelektuālo vides sistēmu, lai saskaņotu iekšējo un ārējo pasauli. Skolēna galvenā mācīšanās metode ir kontekstatkarīga mācīšanās, kur skolēnam aktuālas problēmas vai situācijas tiek izmantotas, lai ieviestu specifisku zinātnes saturu vai problēmuzdevumus un ir saistīts ar neirokognitīvo modeli.

Promocijas darba 1.5.nodaļa iekļauj divas apakšnodaļas, kurās analizēts vispārējās vidējās izglītības fizikas mācību saturs un bionikas elementu ieviešanas fizikas mācību saturā.

Promocijas darba 1.5.1.apakšnodaļā, pētot fizikas mācību standartu, vidusskolas fizikas mācību grāmatas un citus literatūras avotus, autors secina, ka mācību saturs fizikā strukturēts trijos blokos – vide, sabiedrība, tehnoloģijas. Fizikas standartā akcentēta pētnieciskās darbības pamatu apguve, kas ietver darbu ar informāciju, prognozēšanu, eksperimenta plānošanu, eksperimentēšanu,

datu apstrādi un analīzi, iepazīstināšanu ar iegūtajiem rezultātiem. Viens no mācību priekšmeta uzdevumiem ir attīstīt zinātnisko domāšanu un pilnveidot pētnieciskās darbības un sadarbības prasmes fizikā. Fizikā dabas procesu un parādību daudzveidības un likumsakarību noskaidrošana notiek caur dabaszinātnisko izziņu: novērojot, eksperimentējot, mērot, modelējot, darbojoties ar vārdiskās un vizuālās informācijas avotiem un lietojot informācijas tehnoloģijas. Tādejādi par mūsdienīgu mācību saturu kļūst ne tikai zināšanas un prasmes, bet arī zinātnes metodes satura apguvē. Šis bloks strukturēts atbilstoši pētnieka darbības virzieniem:

- izziņas prasmju attīstīšana, matemātisko modeļu lietošana u. c. kognitīva darbība,
- eksperimentālo prasmju attīstīšana,
- darbs ar vārdiskās un vizuālās informācijas avotiem (komunikatīvās prasmes, informācijas tehnoloģiju lietojums),
- sadarbības prasmju attīstīšana.

Promocijas darba 1.5.2.apakšnodaļā autors noskaidro, ka bionikas pamatā ir ideja, ka visoptimālākie praktisku problēmu risinājumi nav jāizdomā no jauna – tos jau ir atrisinājusi daba gandrīz 4 miljardus gadu garā procesā, ko sauc par evolūciju. Bionikas piekritēji uzskata, ka daba ir galvenais ideju, inovāciju avots. Daba – pasaules ietekmīgākais inženieris, gudrākais fiziķis – piedāvā cilvēkiem neskaitāmus veidus, kā ar vienkāršām, mazām, nedārgām metodēm veidot jaunus un uzlabot jau esošus mehānismus. Piemēram, mušām un jūras ežiem ir vakuumpiesūcekņi, pateicoties kam jūras eži var kāpt ļoti stāvās klintīs, bet mušas rāpot pa griestiem. Zirnekļus daba apveltījusi ar hidraulisku piedziņu, kas ļauj ātri pārvietoties (Ищенко, 2008). Eksperimentējot skolēnam rodas izpratne par bioloģiskās struktūras funkcionēšanu, skolēns pats var modelēt funkcionālus tehnoloģiskus risinājumus, meklēt saistību starp dabu un tehnoloģijām, meklēt risinājumu kā uzlabot ekoloģisko situāciju. Saistību veidošana starp dabu un tehnoloģijām ir perspektīvs veids, kā uzlabot ekoloģisko situāciju, attīstot harmoniju starp dabu un tehnoloģijām un tādu mehānismu un tehnoloģiju attīstību, kas ir orientētas uz dabu. Autors piedāvā vidusskolas fizikas kursā integrēt bionikas elementus atbilstošās fizikas tēmās (1.tabula).

Tematiskais plāns bionikas integrētai iekļaušanai vidusskolas fizikas kursā
(autora konstrukcija)

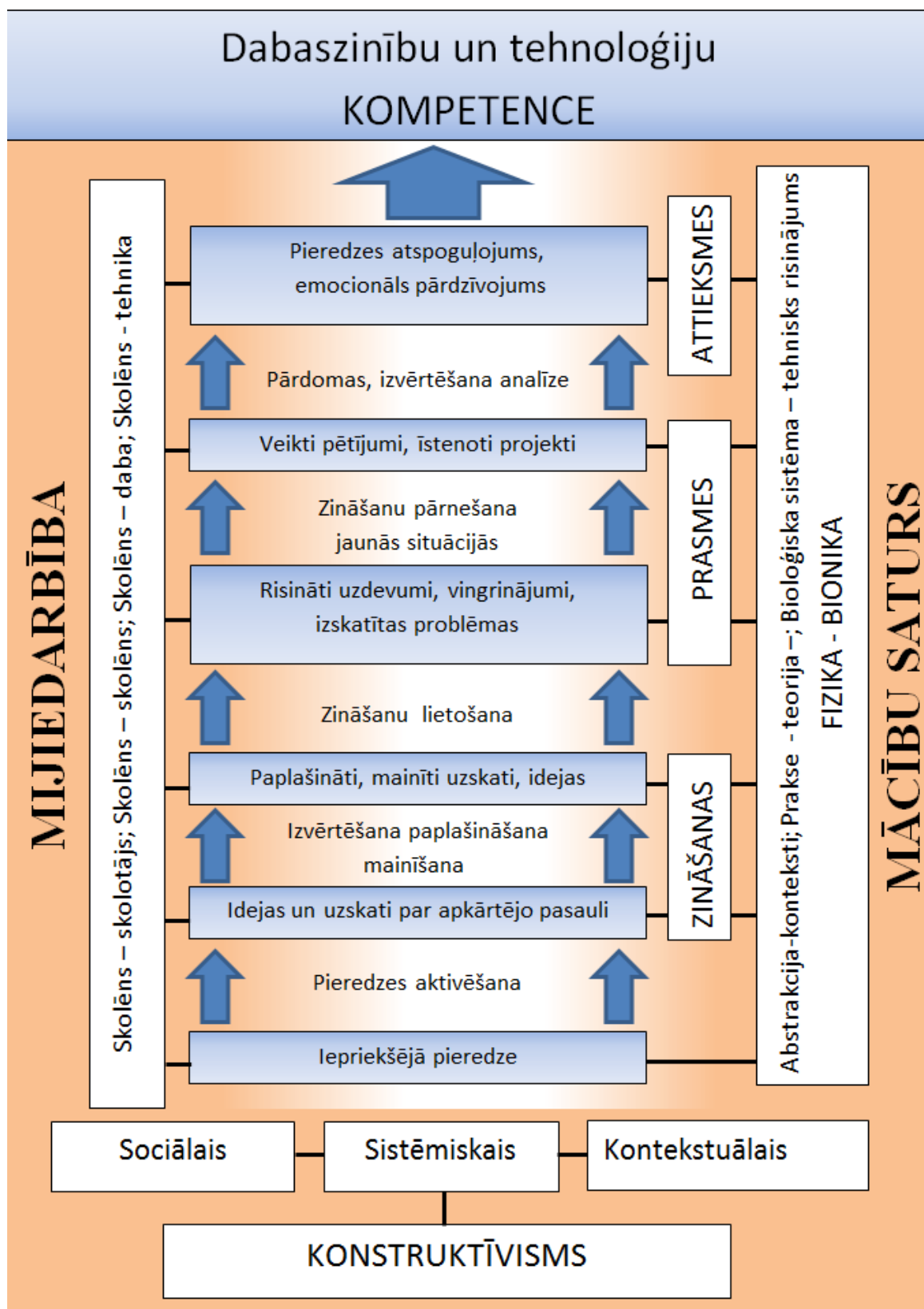
Nr.	Tēmas nosaukums	Stundu skaits	Saistītās tēmas
1.	Ievads. <ul style="list-style-type: none"> Bionika kā zinātne. 	1	
2.	Fiziskie kontakti dabā <ul style="list-style-type: none"> Velkro aizdare (auduma lipekļi) 	2	Spēks, spēka mērīšana, berze, ķermeņu mijiedarbība.
3.	Bionika un arhitektūra. <ul style="list-style-type: none"> Stiebra arhitektūra. Gofrētās struktūras arhitektūra. Konuss, tīklveida, režģveida, ribveida konstrukcijas. Fotosintēze un arhitektūra. Transformācija. 	5	Statikas pamati. Apgaismojums, Apgaismojuma likums. Elastības spēks. Deformācijas
4.	Biomehāniskie modeļi.	1	Spiediens. Hidrodinamika
5.	Aerodinamika un bionika <ul style="list-style-type: none"> Kukaiņu lidojums. Aerodinamiskie prototipi. 	2	Šķidrums un gāzu plūsma
6.	Hidrodinamika un hidrolokācija <ul style="list-style-type: none"> Bioloģisku sistēmu hidrodinamika Hidrolokācija dabā. 	2	Svārstības un viļņi.
7.	Tuneļu rakšana <ul style="list-style-type: none"> „Dzīvie zemes racēji” 	1	Ķermeņu mijiedarbība.
8.	Bioloģiskās virsmas <ul style="list-style-type: none"> Virsmu salīpšana. Lotosa lapas efekts Gaismas atstarošana 	3	Virsmas slapināšana Nanoefekts Difrakcijas režģis, gaismas interference.
9.	Lokācijas sistēmas dabā <ul style="list-style-type: none"> Termolokatori, Eholokatori, „Dzīvie radari” 	3	Svārstības un viļņi.

10.	Siltuma procesi dabā <ul style="list-style-type: none"> • Siltuma izolācija. Polārlāča āda. • Mikroklimata nodrošināšana ēkās. Termītu māja. 	3	Siltuma izstarošana, atstarošana, absorbēšana. Gaismas iekšējā atstarošanās. Konvekcija
11.	Gaismas elements. <ul style="list-style-type: none"> • Bio saules elements 	1	Apgaismojums. Gaismas enerģija.
12.	Foto un videokameras dabā <ul style="list-style-type: none"> • Acs uzbūve. 	1	Optiskie instrumenti. Lēca
13.	Noslēgums <ul style="list-style-type: none"> • Bionikas nozīme tehnikas un tehnoloģu attīstībā. 	1	

Promocijas darba 2.daļa „Fizikas metodikas pilnveidošana skolēnu dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstībai un izziņas intereses par dabaszinātnēm veicināšanai” sastāv no trīs nodaļām. 2. daļā raksturota dabaszinātņu un tehnoloģiju kompetence, fizikas apguves didaktiskais modelis un kritēriji tā efektivitātes pārbaudei.

Promocijas darba 2.1.apakšnodaļā autors secina, ka, ja mācību procesā iesaistītu skolēnus dabaszinātnisku problēmu izpētē reālās dzīves kontekstā, tad dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstība ir iespējama skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskajā modelī. Zinātnieki (P. Perenoda Dž. Kulahans I. Maslo un I. Tiļļa) kompetenci saista ar skolēna spējām darboties noteiktos apstākļos, balstoties uz zināšanām, efektīvi darboties dotajās situācijās, kā pieredzes gūšanas iespēju. Kompetence dabaszinībās un tehnoloģijās attiecināma uz spēju un vēlmi pielietot zināšanas un metodes, lai izskaidrotu pasauli, izdarītu uz pierādījumiem pamatotus secinājumus, pielietojot zināšanas un metodes atbilstoši cilvēka vēlmēm un vajadzībām.

Promocijas darba 2.2.apakšnodaļā autors ir izstrādājis skolēnu zināšanas par dabu integrējošu kontekstorientētu didaktisko modeli fizikas apguvei, kura galvenā ideja saistās ar bionikas elementu integrēšanu fizikas mācību saturā, nodrošinot mācību, dabas un tehnikas vienotību un mācības īstenojot sociālā dialogā un mijiedarbībā ar dabu un tehniku (2. attēls). Minētais modelis paredz efektīvāku fizikālo zināšanu apguvi, dziļāku izpratni par fizikas mācību saturu un dabas un tehnikas mijiedarbību, fizikālo zināšanu izmantošanas un zinātniskās izziņas prasmju attīstību, pozitīvas emocionālas attieksmes bagātināšanos un zinātniskās refleksijas izpausmju veidošanos.



2. attēls. Skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis (autora konstrukcija)

Modeļa teorētiskais pamats balstās konstruktīvisma teorijā, kas skaidro, ka mācīšanās ir zināšanu konstruēšanas process, kas savukārt balstīts sociālajā mijiedarbībā, skolēna iepriekšējā pieredzē, skolēnam aktīvi strādājot ar kontekstorientētu, zināšanas par dabu integrējošu, sistēmiski veidotu mācību saturu (2.attēls).

Izveidotajā fizikas apguves didaktiskajā modelī ir paredzēts skatīt mijiedarbību -dialogu, „skolēns – skolotājs”, „skolēns – skolēns”, „skolēns – daba”, „skolēns – tehnika”, aktivizējot iepriekšējo pieredzi, paplašinot zināšanu pielietojamas iespējas, attīstot pētnieciskās prasmes. Šādu mijiedarbību izmantošana fizikas mācību procesā izraisa skolēnu interesi, piesaista uzmanību, aktivizē skolēnu mācību darbību, sasaista mācību procesu ar praktisko dzīvi.

Iekļaujot bioniku fizikas mācību saturā, kontekstā tiek skatīta bioloģiskā sistēma un šīs sistēmas tehniskais risinājums, kas ļauj praksi pielietot teorijā un otrādi.

Promocijas darba 2.3.apakšnodalā autors ir secinājis, ka fizikas apguve ir vērsta uz integrētu zināšanu par dabu apguvi un īstenojama kontekstorientētā konstruktīvā pedagoģiskajā procesā, kur svarīga loma zināšanu apgūšanā ir pašam skolēnam. Mācību process ir vērsts uz skolēna dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības veicināšanu. Dabaszinību un tehnoloģiju kompetence ir uztverama kā zināšanu, prasmju un attieksmju kopums, kas nepieciešams, lai izskaidrotu apkārtējo pasauli, uztvertu problēmas, analizētu un pētnieciskā darbā risinātu tās, lai izprastu dabas procesus un izmaiņas dabā, tās vērtētu un atbildīgi rīkotos. Tas nozīmē, ka par dabaszinību un tehnoloģiju kompetences attīstības kritērijiem ir izvirzāmas: zināšanas, prasmes, attieksmes. Zināšanām ir raksturīgs sistēmiskums, sakārtotība, izmantojamība un dinamiskums, kas ļauj saskatīt dabas un tehnikas mijiedarbības aspektus, jābūt attīstītām prasmēm risināt ne tikai pamata mācību problēmas, bet arī zināšanas un prasmes pārnest jaunu sakarību atklāsmei un tehnoloģisku problēmu risināšanai, attieksmēm raksturīga pašizziņa, kas izpaužas savas rīcības un zināšanu kritiskā analizē, pārdomās par zināšanu nozīmi un robežām.

Promocijas darba 3.daļa „Skolēnu zināšanas par dabu integrējoša didaktiskā modeļa fizikas apguvei efektivitātes analīze” sastāv no divām nodaļām. 3. daļā aprakstīts empīriskais pētījums.

Promocijas darba 3.1.nodaļā raksturots pētījuma veids, kvantitatīvā un kvalitatīvā pētījuma metodoloģija. Praktiskajā pētījumā autors noskaidroja skolēnu un skolotāju informētību par bioniku un dabas procesu pārnesi tehnikā, pārbaudīt, kā skolēnu zināšanas par dabu integrējošā didaktiskā modeļa izmantošana mācību procesā ietekmē vidusskolas fizikas satura apguvi, novērtēt skolēnu apgūto zināšanu, prasmju līmeni fizikā pedagoģiskā eksperimenta beigās, noskaidrot, kā mainījusies skolēnu attieksme pret fiziku pēc pedagoģiskā eksperimenta.

Analizējot skolēnu apguves līmeni, uzmanība tika pievērsta šādiem aspektiem: skolēnu iegūtās zināšanas, jēdzienu, teoriju, likumu izpratne, kā arī izpratne par dabas un tehnikas mijiedarbību, zināšanu izmantošanas prasmes, zinātniskās izziņas prasmes, zināšanu un rīcību analīzei, attieksmēm.

Promocijas darba 3.2.nodaļā veikta pētījumā iegūto datu un rezultātu analīze. Empīriskā pētījuma galvenie rezultāti:

Skolēni saskata saikni starp dabā notiekošajiem procesiem un tehnoloģiju attīstību, kaut arī fizikas kursā netiek pieminēts, ka daudzu tehnoloģisku risinājumu pamatā ir dabas procesi;

Skolēni vēlas, la fizikas apguves procesā skolotājs izmantotu vizualizāciju – prezentācijas, demonstrējumus;

Skolēni labprāt fizikas mācību saturā vēlētos vairāk piemērus no dabas un fizikas likumu skaidrojumu pamatojoties uz dabas likumiem;

Skolēniem patīk pētīt, izdarīt secinājumus, pielietot iepriekš apgūtās zināšanas, pieredzi, bet skolēni to nesaista ar dabas sistēmu pārvešanu uz tehniskām konstrukcijām;

Izmantojot vidusskolas fizikas kursa apgūvē darbā izstrādāto skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli ar bionikas elementiem, var panākt pozitīvas izmaiņas skolēnu attieksmē pret fiziku.

Izpildot izvirzītos mērķus, autors ir nonācis pie secinājuma, ka izvirzītā hipotēze ir apstiprinājusies. Izstrādātā skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskā modeļa un bionikas elementu izmantošana vidusskolas fizikas mācību procesā, paaugstina skolēnu interesi par fiziku un dabaszinībām, efektīvāk attīsta dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci.

TĒZES AIZSTĀVĒŠANAI

- Fizikas mācības ir īstenojamas, balstoties uz skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli, kas paredz skolēnu mācīšanos sociālā mijiedarbībā, aktīvistradājot ar kontekstorientētu, zināšanas par dabu integrējošu, sistēmiski veidotu mācību saturu, attīstot dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci.
- Fizikas mācību saturs ir pilnveidojams tajā integrējot bionikas elementus, kas nodrošina mācību, dabas un tehnikas vienotību un veicina skolēnu domāšanas savstarpējās sakarībās attīstību, saistot teoriju un praksi, bioloģiju un fiziku, bioloģiskas sistēmas un tehniskus risinājumus.
- Modelis aktualizē didaktiskās likumības un nodrošina skolēna zināšanu, prasmju, attieksmju attīstību, sistēmiskumu, sakārtotību, izmantojamību, kas ļauj saskatīt dabas un tehnikas mijiedarbības aspektus, atklāt jaunas sakarības tehnoloģisku problēmu risināšanai.

SECINĀJUMI

- Fizikas didaktikā par aktualitāti ir izvirzāma kontekstorientēta pieeja, kas vērsta uz aktīvi strādājošu skolēnu, kas konstruē izpratni par fizikas mācību saturu ar kontekstu palīdzību. Kontekstorientētas mācības saistās ar jaunas mācību kultūras veidošanu, kas vērsta uz skolēnu zinātniskās domāšanas veicināšanu, sekmējot izpratni par pētniecisko darbību par tēmām, kurās integrētas ikdienas dzīves norises, dabas parādības, tehnoloģijas un ražošanas procesi.
- Fizikas mācības ir īstenojamas, balstoties uz skolēnu zināšanas par dabu integrējošu fizikas apguves didaktisko modeli, kas pamatojas konstruktīvisma teorijā un paredz mācīšanos sociālā mijiedarbībā, uz skolēna iepriekšējās pieredzes pamata, aktīvi strādājot ar kontekstorientētu, zināšanas par dabu integrējošu, sistēmiski veidotu mācību saturu, attīstot dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci.
- Dabaszinību un tehnoloģiju kompetence ir uztverama kā zināšanu, prasmju un attieksmju komplekss, kas nepieciešams, lai izskaidrotu apkārtējo pasauli, lai uztvertu problēmas, analizētu un aktīvā pētnieciskā darbā risinātu tās, lai izprastu izmaiņas dabā, tās vērtētu un atbildīgi rīkotos.
- Dabas pētījumi un tehnoloģiju kompetences attīstība veicina izpratnes veidošanos fizikā, izpratni par dabas un tehnoloģiju mijiedarbību, uzlabojas prasmes piemērot fizikas zināšanas un zinātniskās izziņas prasmes praktiski, veidojas pozitīvi pārdzīvojumi.

- Skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis ir devis pozitīvus rezultātus, sekmējot dziļākas izpratnes veidošanos par fizikas teoriju un dabas un tehnikas mijiedarbību, fizikas zināšanu izmantošanas un zinātniskās reflektēšanas prasmju attīstību, pozitīvas emocionālas attieksmes bagātināšanos.
- Izstrādātā skolēnu zināšanas par dabu integrējošā fizikas apguves didaktiskā modeļa aprobācija norāda uz to, ka kontekstorientēts mācību process un bionikas elementu izmantošana vidusskolas fizikas mācību saturā, paaugstina skolēnu interesi par fiziku un dabaszinībām, efektīvāk attīsta dabaszinību un tehnoloģiju kompetenci.

IETEIKUMI VIDUSSKOLAS FIZIKAS SKOLOTĀJIEM

- Vidusskolas fizikas kursa apguves procesā izmantot autora izveidoto skolēnu zināšanas par dabu integrējošo fizikas apguves didaktisko modeli (2. attēls).
- Pilnveidot un papildināt vidusskolas fizikas mācību saturu ar bionikas elementiem (tematiskais plāns bionikas integrētai iekļaušanai vidusskolas fizikas kursā. 1. tabula)
- Aktualizēt starppriekšmetu saikni ar bionikas palīdzību, veidojot savstarpēji saistītu dabaszinību mācību priekšmetu saturu, kurš balstās uz šādiem principiem (par pamatu ņemti E. Klarka ieteikumi):
 - ✓ bionikas un fizikas saistības pieņemšana,
 - ✓ fizika tiek mācīta bionikas kontekstā,
 - ✓ apgūstamā fizikas satura vienotība ar apkārtējā vidē un dabā notiekošajiem procesiem,
 - ✓ mācību procesā skolēns pētnieciskajā darbībā atklāj fizikas likumības,
 - ✓ fizikas likumsakarības tiek apgūtas caur dabā notiekošajiem procesiem,
 - ✓ informācijas kvalitāte dominē par kvantitāti.
- Mācību procesu klasē organizēt, izmantojot konstruktīvisma idejas.
- Mācot fiziku kontekstā, izmantot dialogus : „skolēns – skolēns”, „skolēns – skolotājs”, „skolēns – daba”, „skolēns – tehnika”.

Turpmāko pētījumu virzieni

Turpināt teorijas izpēti par bionikas lomu fizikas satura pilnveidē, skolēnu mācīšanas un mācīšanās procesā.

Latvijā plaši pētījumi par bionikas mācīšanu vidusskolā nav veikti, tāpēc pētījumu var turpināt aktualizējot starppriekšmetu saikni bionika – fizika – bioloģija.

Autora izveidotais skolēnu zināšanas par dabu integrējošs fizikas apguves didaktiskais modelis jāaprobē vairākās vidusskolās ar dažādiem izglītības virzieniem.

Veidot izdales materiālus fizikā ar bionikas elementiem, izveidot pilnīgāku bionikas elementu ieviešanas programmu vidusskolas fizikas kursā.

PĒTĪJUMA REZULTĀTU APROBĀCIJA

1. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2010). The continuity of the content in physics education in secondary and higher education. Pedagogical Technologies in Socialization and Resocialization of Society. Vol.1. p.56.-64. ISSN 1691-5909, ISBN 978-9984-44-048-4
2. Dzerviniks, J., Poplavskis, J. (2011). Konstruktīvisma didaktikas akcenti fizikas mācībās vidējā izglītībā. Proceedings of the International Scientifical Conference „Society, Integration, Education”. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, p.117.-127. ISSN 1691-5887 Thomson Reuters web of Knowlwdge ISI Conference Proceeding datu bāze <http://www.isiwebofknowledge.com>
3. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2011). Results of centralized examination as an indicator of the level of acquirement physics. Education Reform in Comprehensive School: Education Content Research and Implementation Problems. The Collection of Scientific Papers. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, p.108.-119. ISSN 1691-5895, EBSCO Index <http://search.ebscohost.com>
4. Dzerviniks, J., Poplavskis, J. (2012). Acquisition of Physics in Comprehensive School: Accents of Constructivism Approach. Problems of Education in the 21st Century. Current Tendencies and Problems in Education - Volume 41. p.10-17. EBSCO Index <http://search.ebscohost.com>
5. Poplavskis, J. (2013). Didactic model with the integration of the elements of bionics in physics teaching. Proceedings of The 1st Global Virtual Conference 2013. p.6. <http://www.gv-conference.com/actual-conferences-and-papers/>
6. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2013). Nature Studies and Technologies Competence and Criteria of its Development in the Context-oriented Process of Learning Physics. Teacher of the 21st Century. Quality education for quality teaching. Rīga, LU.
7. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2013). Bionika skolas fizikas mācību satura pilnveidei. Proceedings of the International Scientifical Conference „Society, Integration, Education”. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, 296.-309.lpp. ISSN 1691-5887

8. Дзервиникс, Я., Поплавскис, Я. (2013). Компетентностный подход в обучении физики как основа долгосрочного образования и развития естественнонаучной и технологической культуры школьников. Образование для устойчивого развития в поликультурном пространстве региона (Пятое Лозинские чтения). с.9. Pieņemts publicēšanai.

PATEICĪBAS

Īpašs paldies promocijas darba vadītājam Dr. paed.asoc.prof. Jānim Dzervinikam par mērķtiecīgo atbalstu un pacietību promocijas darba tapšanā.

Rēzeknes Augstskolas pedagoģijas doktora studiju programmas direktorei Dr.paed., prof. Veltai Ļubkinai, Rēzeknes Augstskolas Dr.paed. Svetlanai Uščai, Dr.paed. Gunāram Strodam.

Pateicos recenzentiem Dr. habil. paed. prof. Irēnai Žoglai, Dr. paed, asoc.prof. Andrai Fernātei par objektivitāti un konstruktīviem ieteikumiem.

Pateicos Oldenburgas Universitātes Dr. prof.Barbara Moschner, Dr. prof. Hilbert Meyer, Minhenes universitātes Dr. prof.Bernd Hill par sadarbību un ieteikumiem pētījuma īstenošanā.

Paldies par sapratni un atbalstu fizikas skolotājām, kuras pieņēma izaicinājumu un piekrita piedalīties pedagoģiskajā eksperimentā, aprobēja izstrādāto didaktisko modeli, dalījās pieredzē, nodrošināja atgriezenisko saiti.

Pateicos kolēģiem un skolēniem par atbalstu pētījuma veikšanā.

Izsaku pateicību Rēzeknes Augstskolas ESF projekta „Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai Rēzeknes Augstskolā” (Vienošanās par projekta īstenošanu Nr.2009/0161/1DP/1.1.2.1.2./09/IPIA/VIAA/007) personālam par iespēju saņemt finansiālu atbalstu pētnieciskajām aktivitātēm promocijas izstrādes laikā.

Izsaku pateicību visiem Rēzeknes Augstskolas un Latvijas Universitātes Pedagoģijas doktora studiju programmas profesoriem par manas personiskās pilnveides rosināšanu lekcijās, metodoloģiskajos semināros un kolokvijos.

Paldies manai ģimenei par atbalstu, sapratni, izturību visā promocijas darba tapšanas gaitā.

REZEKNE HIGHER EDUCATION INSTITUTION
FACULTY OF PEDAGOGY AND DESIGN
PERSONALITY SOCIALIZATION RESEARCH INSTITUTE



Jānis POPLAVSKIS

**ACQUISITION OF PHYSICS IN
SECONDARY SCHOOL IN CONTEXT OF
BIONICS**

Summary of the thesis

to acquire the doctor of science degree in pedagogy
Subfield: School pedagogy

Rēzekne
2013

The thesis was developed in the Rezekne institution of higher education, faculty of Education and design, institute of socialization of personality, in the time period of year 2009 – year 2013.



This work has been supported by the European Social Fund within the Project „Support for doctoral Studies at Rezekne Higher Education Institution” No. 2009/0161/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/007

The thesis consists of introduction, three parts, conclusion, bibliography, 17 annexes.

The form of the Thesis: dissertation in pedagogy, sub-field - school pedagogy

Scientific advisor: Dr. paed., asoc.prof. **Jānis Dzerviniks**

Reviewers:

Dr.habil.paed. prof. **Irēna Žogla**

Dr. paed, asoc.prof. **Andra Fernāte**

Dr. paed. prof. **Velta Ļubkina**

Translated by **Kaspars Poplavskis**

The thesis will be defended on 25 Dec. 2013, 13:30, in University of Latvia, Riga, Jūrmalas gatve 74/76, Room G16

Chairmen of the Promotion Council of Pedagogy of the University of Latvia
Dr.habil.paed., prof. **Irēna Žogla**

Secretary of the Promotion Council of Pedagogy of the University of Latvia
Dr.paed. **Linda Daniela**

© **Jānis Poplavskis, 2013**

CONTENTS

ANOTATION.....	30
INTRODUCTION.....	31
OVERALL DESCRIPTION OF THE THESIS.....	32
CONTENTS OF THE THESIS.....	37
THESIS FOR DEFEENCE.....	47
CONCLUSIONS.....	48
SUGGESTIONS TO SECONDARY SCHOOL PHYSICS TEACHERS.....	49
THE APPROBATION OF THE RESULTS OF RESEARCH.....	50
ACKNOWLEDGEMENTS.....	51

ANOTATION

The goal of the thesis „Bionics in the learning of secondary school physics curriculum” is to evaluate the curriculum of secondary school physics, the possibility of including bionics in the learning process of physics, to develop a didactical model that integrates knowledge about nature and helps develop competency in the fields of natural sciences and technology as well as aids the development of interest towards natural sciences.

An analysis of literature and educational documentation concerning the pedagogically psychological aspects of realising physics curriculum, the development of the curriculum in constructive, context based pedagogical process. A didactical model that integrates the student’s knowledge about nature has been developed. Criteria to evaluate the effectiveness of the previously developed didactical model that integrates the student’s knowledge about nature have been developed. An approbation and evaluation of the efficiency of the developed model has been done.

Keywords: bionics, context, constructivism, model of didactical reconstruction, didactical model that integrates the student’s knowledge about nature.

INTRODUCTION

Nowadays the main goal of science education is to develop a science literacy. Students' science literacy is one of the indicators of the quality of education that is evaluated in the EU. International comparative research in sciences (TIMSS PISA OECD) (Geske, 2010), show the relatively low achievements of Latvian students in sciences and mathematics. The conductors of the research conclude that the relatively low achievements of Latvian students when compared to the average level of OECD countries, points towards the need to develop the students' capabilities to use the knowledge and skills acquired in school, in real life situations.

The results of these researches have caused debate about insufficient skills and skills in science subjects, including physics, therefore a need to improve the quality of education in schools has developed. The evaluation of educational process has an important role not only in analysing the state of actual scientific competency and the real situation in schools, but also in improving the learning process and in educating teachers.

The improvement of teaching physics and the learning process of physics is important. Different researches in this field are accessible and it is important to choose the correct methods and ways, by using the knowledge gained during the research. One of the conceptions is based upon the model of didactical reconstruction, which states, that equal amounts of attention should be paid to the student's learning needs and capabilities (Duit, 2000). Research and development actions should be tightly connected in educational process. The learning of science subjects is tightly connected to research work and skills in learning process. Scientific and research actions are a mandatory prerequisite to improve the learning process, results and competencies. A new approach is required in teaching physics. A possible solution could be the use of contexts. Context based solution brings up contentious and controversial questions, as well as social questions. In the middle of the last century conclusions of the active nature of human cognition and the transfer of emphasis towards the determined work in studies have been made.

One of the theories, that was created in the nineties of the 20th century is constructivism, which can be perceived as a collection of freely connected cognitive opinions. These opinions are based upon the fact that knowledge is created by those, who learn and develop it by experience. Knowledge can be received, collected and stored, but the strongest and deepest knowledge is created when the individual actively constructs meanings in interaction with the physical and social environment. If students are perceived as active, not passive participants of learning process, which means that learning is guided towards the activation of thinking instead of filling student's heads with knowledge. In concordance with the ideas of constructivism, students must be

provided with the opportunity to test new ideas, evaluate information, solve everyday riddles, find new answers in different situations. By learning to solve problems, students do research on problem-situations and this process develops thinking and motivates learning. Students work together, learn to question each other and the teacher, to get to a conclusion.

Nowadays a lot of attention is paid to the theoretical acknowledgments, connected to the processes around us and, importantly, in the nature. It is very effective to use existing solutions in nature, these solutions only have to be understood and explained. A new science – bionics is becoming more important nowadays, which would definitely be included in the learning process of physics and other science subjects. Bionics is a border science between physics, biology and technology, that solves engineering tasks using the structures and models of living organisms as a base.

Teaching of physics in secondary school period uses traditional approach: students are first introduced to scientific acknowledgements, after that follows theory and use in everyday life, examples in nature. In the thesis the author offers to use another approach to develop the scientific model – students first find and analyse examples in nature and then while creating conclusions, get to the corresponding theory and then follow the use of theory and nature examples in technological solutions.

The use of bionics elements in physics learning process, shows the connection of physics and other sciences, deepens the understanding of the unity of material world, connection between natural events, introduces the use of physical methods in learning biological processes. Student's thinking, the skill of making hypothesis, making independent conclusions, ability to ground own conclusions is activated. A motivation in students to learn physics and other sciences, conduct researches is created.

OVERALL DESCRIPTION OF THE THESIS

Problem of the research

- Improved learning of physics curriculum is provided in Latvian schools, but it does not facilitate student's interest towards learning physics, which is proven by international researches (TIMSS, PISA, etc);
- Nowadays the development of sciences and technologies is guided towards the search of connections between the living organisms and inanimate environment, but the curriculum in science subjects, including physics, does not emphasize the creation of the link between nature and technology enough;

- Students encounters different material objects that use solutions based upon nature, but cannot explain the connection between nature and technology by using the laws of physics.

This is what decided the topic of the thesis „Bionics in the learning of secondary school physics curriculum”.

The guidelines of constructivism in the physics learning process and the use of context in physics learning process have been analysed in this thesis. A didactical model that integrates the student’s knowledge about nature, that is based upon the empirical and theoretical research and an experiment in two general education schools, has been developed and approved.

The goal of the research: evaluate the secondary school physics curriculum, the possibilities of introducing bionics to the learning process, develop a didactical model that integrates the student’s knowledge about nature, that promotes the development of science and technology competency and fosters the interest towards sciences.

Hypothesis of the research.

The competency of sciences and technology will develop if a didactical model that integrates the student’s knowledge of nature is used in physics learning. This model includes:

- Integration of bionics in the physics curriculum that will provide the unity of learning, nature and technology and will help the students to create intentional practical work.
- The realisation of learning physics in a dialogue: student-student, student-teacher, student-nature, student-technology, praxis-theory, abstraction-contexts, biological system-technological solution.

Tasks of the research:

- Conduct the analysis of literature and educational documentation about the pedagogically psychological aspects of the realisation of the physics learning process, about the development of curriculum in a constructive and context based pedagogical process;
- Conduct the analysis of literature and the standards of overall secondary education about the possibility of including the elements of bionics in the physics curriculum;
- Summarize and adapt the examples bionics use in physics learning process in secondary school of methodical learning material for the Latvian conditions
- Develop a didactical model that integrates the students knowledge about nature, by integrating bionics in secondary school physics learning.
- Develop criteria to evaluate the efficiency of the didactical model that integrates the student’s knowledge about nature;

- Conduct the aprobation and the evaluation of the previously developed didactical model that integrates the students knowledge about nature.

The theoretical basis consists of:

Constructivism as a theory which is based upon the view that knowledge is constructed based upon experience and the work of the mind: Božoviča, 1975; Brooks & Brooks, 1994; Bruner, 1961; Bruner,1996; Geidžs, Berliners, 1999; Joplin,1995; Linn, 1987; Novak,1988; Papert, 1993; Piaget, 1970, 1981, 2002; Poplin, 1988; Resnick, 1983; Steffe, Gale, 1995; Дьюи, 2000.

Social constructivism- learning as a social process: Brooks & Brooks, 1993; Damasio, 1998; Heilman, 1994; Klafki, 1999; Kolb,1984; LaBerge, 1995; Lumsdaine, Voitle, 1993; Meeks & Jeste, 2009; Rauste-von Wright, 1999; Reich, 2002; Simons, 1993; Берген, Лукман, 1995.

Systemic constructivism as a integreaton of people and systems: Bennett, Hogartt, Lubben 2003; Campbell, 1994; diSessa, 1988; Shneiderman, 1993; Solomon & Aikenhead, 1994; Yager, Blunck et all, 1988.

Contextual constructivism: Aikenhead, 2007; Campbell, 1994; Cole, 1996; Fine, 1987; Glynn, Winter 2004; Mestre, 1991; Posner, 1982; Ryan & Cooper, 2004; Solomon & Aikenhead, 1994.

Context oriented learning: 2006; Clark, 1997; Aikenhead, 2002; Bruner, 1960; Chaiklin and Lave,1993; Clark, 1997; Cole, 1996; Dauge,1928; Dewey,1938; Filkenstein, 2001; Klafki, 1985; Klafki, Gudjons, 1998; Komorek, 2006; Komorek, Kattman, 2008; McDermott, 1993; McDermott, Redish, 1999; Miller, 1991, Negt,1998; Neumann, 2004; Theyßen, 2005; Osewold 2007; Pētersons, 1931; Ģirupnieks, 1931; Redish, 2002; Stavrou, 2004; Sundermeier, 2009; Выготский, 2003; Головки, 2011.

The model of didactical reconstruction in learning curriculumā: Bleichroth, 1991; Cobb et al., 2003; Cobb, Confrey, di Sessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Driver & Ericson,1983; Duit & Treagust, 1998, 2003; Gibbons et. al., 1994; Holzer, 1994; Kattmann, Duit, Gopengrießer un Komorek, 1997; Kattmann, Duit, GropengieSSer, & Komorek, 1995; Kattmann, Duit, Gropengreper, Komorek, 1997; Lijnse, 1995; Kaestle, 1993; Wright, 1993; McComas,1998; Nanjappa, Grant, 2003; Rauste-von Wright, 1999; Reinhold, 2006; Schulz, 1965; Philips, 2000; Simons, 1993; Kattman, 2004, 2007; Viiri, 2004; Vosniadou, 1996; Widodo, 2004.

The theory of neurocognitive learning and the philosophy of science of constructivism: Anderson, 2009; Bentley, 2007; Bodner,1986; Brandt, 1998;

Bransford, et al, 2000; Dede, 2009; Eccles,1989; Fosnot, 2005; Fosnot, 2005; Fox, 2001; Granit, 1977; Klausmeijers, Rippe, 1982; Kleim, Vij, Ballard & Greenough, 1997; Ļeontjevs, 1983; Markova, 1991; Marr, 1982; Marr, 1982; Morton & Johnson, 1991; Sadlers, 2009; Shultz & Mareschal, 1997; Stoll & Fink, 1996; Tobin, 1993; von Glasersfeld, 1993.

Methods of neurovisualisation: Bleichroth 1991; Brandoni & Anderson, 2009; Duit, 2000; Eliass, 1995; Finks, et al., 2009; Gardner, 1985; Gropengieser, 2005; Hibnere,1998; Karpova,1994; Kattmann, 1997; Komorek, 1997; Longo, Anderson & Wicht, 2002; Osewold, 2007; Picka, 1990; Reinhold, 2006; Sundermeier, 2009; Viiri, 2004.

The use of bionics in the development of science competency: Benckert, 1997; Bennet, 2003; Rayner, 2005; Campbell, Lazonby, Nicholson, Ramsden, Waddington, 1994; Duit, 2004; Filkenstein, 2001; Lubben, Campbell, Dlamini, 1996; Marlow, 2002; Merrill, 2007; Osborne, 2003; Simon, 1993; Rayner, 2005; Sjoberg, 2000; Trowbridge, Bybee, 1990; ИЩЕНКО, 2008.

Methods of the research:

1. Theoretical:
 - 1.1.analysis of scientific pedagogical, psychological, philosophical etc. literature and analysis of educational documentation,
 - 1.2.examination and evaluation of education regulatory documents- national overall secondary school subject standart, physics subject standart and physics curriculum.
2. Empirical:
 - 2.1.pedagogical experiment;
 - 2.2.pedagogical observations,
 - 2.3.survey of students and teachers, analysis of acquired data,
 - 2.4.analysis of students' test results,
 - 2.5.Interviews with students and teachers.
3. Statistical:
 - 3.1.quantitative data processing using SPSS 19 software,
 - 3.2.qualitativa data processing.
4. Method of theoretical analysis and modeling.

Basis of research:

Two instances of overall secondary education – secondary schools that are located in the same region of Latvia, students have the same educational program.

Respondents: Latvian students grade 10.-12., physics teachers.

Phases of the thesis development:

- September 2008. – september 2009. – the preparational phase of the research. Analysis of the existing situation, development of the ideas for the research.
- September 2009. – september 2010. The goal, subject, tasks of the research have been developed, a hypothesis has been made. Theoretical literature about the physics learning process, curriculum, theory of didactical reconstruction, theory of constructivism, theory of neurocognitive learning and philosophy of the science of constructivism, methods of neurovisualization, context, the possibilities of using elements of bionics in the learning process of secondary school physics has been analyzed.
- September 2010. – september 2011. – the acquired theoretical knowledge has been systematized, the subject and object of the research have been specified. A didactical model „Didactical model that integrates the students’ knowledge about nature” has been developed. Foreign experience and teaching materials in bionics have been analyzed and adapted to Latvian conditions. Evaluation criteria of the didactical model have been developed and tested. Survey of students and teachers has been conducted.
- September 2011. – June 2013. – the name of the thesis has been specified. A pedagogical experiment has been conducted using previously developed didactical model by using elements of bionics in secondary school physics learning process. Repeated student survey, student and teacher interviews after the experiment, analysis and interpretation of the acquired data has been done, conclusions have been made, recommendations for teachers have been developed. Abstracts for presentation of the thesis have been defined.

Theoretical novelty of the research: a didactical model that integrates the student’s knowledge about nature and uses elements of bionics, that is based upon theoretical research and makes the physics learning process more effective, stimulate interest and deepen the understanding about the topic.

Practical novelty of the research: bionical analysis of the methodical literature has been done. Descriptions of laboratory works for physics course that includes elements of bionics have been written. A thematical plan for the integrating inclusion of bionics in the secondary school physics course, a didactical model that integrates the student’s knowledge about nature has been developed.

The structure of the thesis

The structure of the thesis consists of an introduction, three chapters, ending, conclusion, 17 supplements. Thesis contains 39 images and 17 tables. It is 135 pages long, 290 sources of literature in latvian, english, german and russian have been analyzed.

CONTENTS OF THE THESIS

Thesis contains three chapters. Introduction explains the choice of research, topicness, novelty, the goals of the research are set, tasks required to achieve the goal are defined, the hypothesis is defined, methodological base is assembled, the base of the research and steps are described.

Part 1. Of the thesis „Theoretical analysis of physics learning process in a context-oriented constructive pedagogical process” consists of five chapters. In the 1. Part of the thesis scientific literature about the guidelines of constructivism, context, the use of didactical reconstruction in teaching physics, neurocognitive teaching theory, methods of neurovisualization has been analyzed, the curriculum of overall secondary education of physics and the possibilities of using elements of bionics in physics learning process have been analyzed.

In the chapter 1.1 of the thesis, by summarizing acknowledgements analyzed in different sources (Piaget, 1970, 1981, 2002; Bruner, 1996; Gage, Berliners, 1999, etc.) the author concludes that the ideas of constructivism that are based upon cognitive theories, help the student to construct his/her own knowledge by noticing the difference between previous knowledge and new experience. Students improve their intellectual capabilities by seeking the balance between what they perceive, know, understand and what they see in every new event, experience or problem. If the student creates and verifies hypothesis on his/her own, experience in formulating overall laws and principles, identifying useful terms is generated. It is important for students to understand the topic being taught correctly, the understanding is based upon the abstract and the defined, a uninterrupted connection between the overall and the specific.

The chapter 1.2. of the thesis includes two subchapters.

In the subchapter 1.2.1. the conception of context in physics is analysed.

By analysing the acknowledgements of different authors (J. Brunner, V. Klafki, R. McDermot, J. Mestre, E. Clark etc.) about context oriented learning the author concluded that context contains qualities that promotes the creation of

the perception of content. E. Clark (Clark, 1997) interprets the context as over-content that helps define a meaningful understanding about what is taught concerning every day phenomenon: culture, politics, economy and ecology. Clark defines four fundamental types of context: subjective context, time context, symbolic context and the context of ecosystem or the global context. In the centre of attention of contextual constructivism are contexts. Context is one of the most important parts of learning process and not a separable factor. The word context comes from the Latin “contexere” which in translation means “to be woven together” or “that which provides coherence within its parts.” (Cole, 1996). By connecting the curriculum with happenings of the real world, everyday lives of students and teachers, professional activities and career, the physics learning process becomes interesting and meaningful, it drives students to be more active and self-motivated to study.

In the subchapter 1.2.2. of the thesis it is concluded that physics teaching is mostly centred around students and the curriculum, student’s understanding of the world is developed in the teaching process. To develop a scientific understanding of the world in students, that is based upon previous knowledge, one must understand how students develop intuitive theories about the world. Learning is not an isolated activity but a social activity that is influenced by local contexts – the information about the task, the situation and the environment. These contexts are not analytically separated, but are very important for the learning process of the student. From this viewpoint a conceptual change happens both in the student and the context. Environments where context encourages the learning process should be created. Abstractions, that will allow the student to use this conception in other situations. Are connected to these conceptions. Environment has to promote both the conceptual understanding of the particular situation and the ability to transfer this knowledge to other, connected situations (McDermott, 1993).

Context aids the formation of a meaningful understanding about the things that are taught and are connected to the happenings of everyday life, bionics. The contextual approach stimulates the development of the cognitive competency, the skills of using knowledge and the learning motivation and attitude. The application of principles of physics to different situations, by providing a more precise reflection of acquired knowledge in practice can be achieved with the use of contexts. Students build their understanding of the content in context and that cannot be separated from the student’s learning context, in which it happens and how it corresponds to the basics of contextual constructivism. According to the acknowledgements of different authors, contextual approach in physics content and the process of organizing can be applied in three aspects – conceptual, thematical and methodological. Contextual approach creates the need for the creation of integrated physics curriculum, by noting the idea of interconnection, in order to give each student

the opportunity to build his/her own meaningful understanding about the world and one's role in it.

The chapter 1.3.of the thesis includes three subchapters in which the acknowledgements about the didactical model of reconstruction in the learning process of physics are analyzed.

In the subchapter 1.3.1.of the thesis by analyzing the acknowledgments of different authors (Kattman, 2004, 2007; Kattmann, Duit, Gropengreper, Komorek, 1997, u.c.), the author concludes that the model of didactical reconstruction is like a base to unify the professional and educational competencies in research and learning process. The model is aimed at explaining theoretical structures and methods of the lesson, as well as explaining the planning, realization and reflexion of learning process. It also allows to describe the role and function of didactical conception from teacher's viewpoint. The components of physics didactical reconstruction consist of:

1) Analysis of physics content structure, that includes two connected processes – the definition of the subject and the analysis of the meaning of education (Driver & Ericson, 1983);

2) The studies of learning and teaching, that contain the empirical research of the specifics of learning environment;

3) The developments and evaluations of instruction tie together with instructional material, designing learning activities, teaching and learning process in physics (Duit, & Komorek, 2004).

In the subchapter 1.3.2. of the thesis it is defined that the goal of the model of didactical reconstruction is to provide a framework to plan and research a physics lesson, which is student-oriented, constructive from the viewpoint of learning theory: students have to construct their own knowledge while they are, for example, experimenting on their own. Students have to be given the opportunity to gain their own experience during the lesson. The student's ideas about the knowledge of specific physics topics is also a topic for didactical research. In the model of didactical reconstruction of physics they have a central role in planning a lesson. The main goal of didactical structuring in lesson is a systematic coordination of professional explanation with the student's understanding of the topic, acknowledgements of student's ideas and previous knowledge about physics. Besides, the complications that could occur during learning are included in the planning. (Kattmann, 1977).

In the subchapter 1.3.3.of the thesis, the author concludes that didactical reconstruction is focused towards the reconstruction of physics knowledge in order to help the students understand the most important parts. The common goal is to identify the connections between physics knowledge and alternative

every-day systems of students(Kattman, 1998; Duit, 2005). Physics knowledge is a result of abstraction and reduction processes, but physics teaching includes making the science viewpoint understandable for the student. The model of didactical reconstruction in learning is based upon theoretical explaining of lessons' methods and structures, it connects the elements of planning and leading a lesson in a systematic relevance. The author concludes that the main components of the model of didactical reconstruction is content analysis, empiric analysis of learning environment, projecting of physics learning process. In the model of didactical reconstruction physics curriculum is made more approachable to the students, despite it being more complex because it is included in different contexts and interacts with the students' learning capabilities.

The chapter 1.4.of the thesis includes two subchapters in which acknowledgements about neurocognitive learning theory and methods of neurovisualization are analyzed.

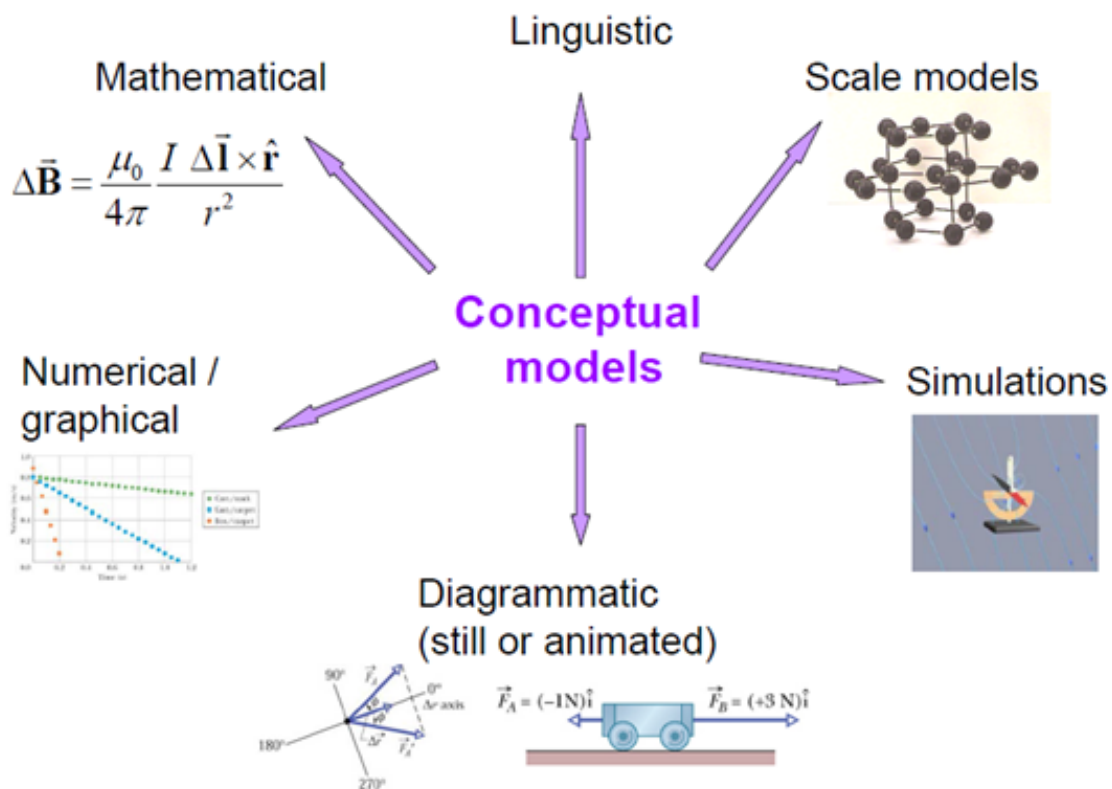
In the subchapter 1.4.1.of the thesis the author concludes that the theory of neuroscience and research in education pay a lot of attention to the science of learning and teaching, emphasizing the cognitive theory and perspectives of constructivism. Neurocognitive learning theory is a synthesis of 3 different directions:

1. Neurophysiology, with an emphasis on biological basis, activities of brain and nerves
2. Cognitive science, focusing on the experience of information processing and internal representation.
3. Learning theory, that explains how, in general, people interact and adapt in different environments.

These ideas emerged in the second part of 20th century by integrating the model of neurocognitive information processing in context – students think that they are learning scientific ideas by using verifications (Anderson, 2009). Cognitive research analyses the qualitative characteristics and thinking processes. It is based upon the model of processing information, that is used in cognitive psychology, which describes a person as an active and targeted recipient, the processor of information and the creator of information. Learning is an active processing of information. Constructivists emphasize students' learning and understanding as an activity not as information of outer world. (Fox, 2001) Learning depends on many factors. From the viewpoint of constructivism the deciding factors are the student's initial assumptions and experience, the character of information and context in which learning happens. In accordance with constructivism the most important role of the teacher is to create a learning environment in which student has the opportunity to analyse

his/her previous experience and knowledge, be active acquirer of knowledge and process new information in a real and meaningful context.

In the subchapter 1.4.2 of the thesis, by analysing the methods of neurovisualization the author concludes that visual perception is dominant in students starting from the pre-school period. Students gradually acquire the ability to perceive the colour, size, shape, proportions, frontal perspective of an object. In psychology it is also known that visual perception is the primary one. This characteristic should be taken note of in all subjects (Hibnere, 1998). Physics is also easier perceived by the use of models, theory of visualization, by showing that physics is the connection between theory and praxis. One of models visualization of physics is shown in figure 1.



1. Figure. Conceptual model of visualization of physics (Houllon, 1996)

By analysing theory of neurocognitive learning, the author concluded that neuroscience provides synthesis between the theory of neurocognitive learning which explains how people generally interact and adapt in different environments, and cognitive science, that focuses on the processing of information and experience. The construction of knowledge occurs in connection with new information, we create new knowledge using assimilation and accommodation by including models of constructivism. Student must not acquire information passively, but learn from the surrounding environment by

connecting the system of brains and intellectual environment in order to coordinate inner and outer world. The main learning method of a student is context-dependant learning, where problems and situations topical to the student are used to include specific scientific content or problem tasks, and is connected to the neurocognitive model.

Chapter 1.5.of the thesis includes two subchapters in which physics curriculum of secondary schools and inclusion of bionics elements into physics curriculum.

In subchapter 1.5.1. of the thesis, by conducting research on standards of learning physics, books of secondary school physics and other sources of literature, the author concludes that physics curriculum is structured it here blocks – environment, society, technologies. In physics standard learning of research activities is emphasised, which includes work with information, predictions, planning of the experiment, experimenting, data processing and analysis, introduction to acquired results. One of the tasks of the subject is to develop scientific thinking and improve the skills of research activity and cooperation in physics. In physics, the clarification of laws and diversity of phenomenon happens through scientific quest: by observing, experimenting, measuring, modelling, working with sources of visual and verbal information and using information technologies. Therefore a modern curriculum contains not only abilities and skills but also scientific methods in acquiring content. This block is structured according to the directions of the researcher:

- Development of skills of acquirement, the use of mathematical models and other cognitive actions,
- Development of experimental skills,
- Work with verbal and visual sources of information (communication skills, the use of information technologies)
- Development of skills of cooperation.

In the subchapter 1.5.2.of the thesis the author clarifies that bionics is based upon the idea that the optimal solutions of practical problems must not be figured out anew – nature has solved them in an almost 4 billion year-long process which is called evolution. Supporters of bionics assume that nature is the main source of ideas and innovation. Nature is the world’s most influential engineer, smartest physicist – provides countless ways how to create new and improve existing mechanisms using small, simple, inexpensive methods. For example flies and sea hedgehogs have vacuum suction cups, because of which the sea hedgehogs can climb very steep cliffs and flies – walk on the ceiling. Nature has gifted spiders with a hydraulic drive, that allows to move very quickly. (ИЩЕНКО, 2008). By experimenting the student creates understanding of the functioning of biological system, the student can model functional,

technological solutions, seek the connection between nature and technology, seek a solution on how to improve the current ecological situation. The creation of connections between nature and technologies is a perspective way how to improve the ecological situation by developing harmony between nature and technology and development of such mechanisms and technologies that are nature-oriented. Author offers to integrate elements of bionics in the physics course in the corresponding topics. (Table 1.)

Table 1.

Thematic maps for the integration of bionics into the secondary school's curriculum. (construction by the author)

No.	Name of the topic	Number of lessons	Connected topics
1.	Introduction <ul style="list-style-type: none"> • Bionics as a science. 	1	
2.	Physical contacts in nature <ul style="list-style-type: none"> • Velcro strips 	2	Force, measuring force, friction, interaction between objects.
3.	Bionics and architecture <ul style="list-style-type: none"> • Architecture of a straw • Architecture of a corrugated structure. • Cone, web-like, grid-like, rib-like constructions. • Photosynthesis and architecture. • Transformation. 	5	Basics of static, lighting, laws of lighting. Force of elasticity, deformations.
4.	Biomechanical models	1	Pressure, hydrodynamics
5.	Aerodynamics and bionics <ul style="list-style-type: none"> • Flight of a bug • Aerodynamical prototypes. 	2	Flow of liquids and gases
6.	Hydrodynamic and hydrolocation <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodynamics of biological systems • Hydrolocation in nature. 	2	Fluctuations and waves
7.	Tunnel digging <ul style="list-style-type: none"> • „Live diggers” 	1	Interaction between objects
8.	Biological surfaces <ul style="list-style-type: none"> • Stickiness of surfaces. • The effect of a lotus leaf. • Reflection of light. 	3	Wetting of surface Nanoeffect Grid of diffraction, interference.
9.	Locational systems in nature <ul style="list-style-type: none"> • Thermolocators • Echolocators • „Live radars” 	3	Fluctuations and waves
10.	Heat processes in nature <ul style="list-style-type: none"> • Heat isolation. The skin of a polar bear. • Ensuring microclimate in buildings. Termite house. 	3	Heat radiation, reflection, absorption. Internal reflection of light Convection

11.	Light (solar) element • Sun bio-element	1	Lighting. Light energy.
12.	Photo- and video- cameras in nature • The construction of the eye.	1	Optical instruments. lens
13.	Conclusion • The role of bionics in the development of technology.	1	

Part 2. Of the thesis „The improvement of physics methodics for the development of students’ competency of science and technology and promotion of acquiry interest about sciences ” consists of three chapters. In part 2. The competency of science and technology, didactical model of learning physics and criteria for its evaluation are described.

In the subchapter 2.1. of the thesis the author concludes that if students would be involved in the research of science problems in the context of real life, then the development of competency of science and technology is possible within a didactical model that integrates the student’s knowledge about nature. Scientists (P. Perenoda, J. Kulahan, I. Maslo and I. Tiļļa) connect competency to the students’ abilites to funcion in defined conditions, basing on knowledge, function effectively in given situations as well as the ability to gain experience. Competency in sciences and technologies can be attributet to the ability and willingnes to use knowledge and methods in order to explain the world, make conclusions based upon evidence by using knowledge and methods according to the persons wishes and needs.

In the subchapter 2.2. of the thesis the author has developed a context-oriented didactical model, that includes students’ knowledge about the nature for physics learning, the main idea of which is connected to the integration of elements of bionics into physics curriculum therefore providing the unity of learning, nature and technology and realising the learning process in a social dialogue and interaction with nature and technology. (Figure 2.). This mentioned model forsees a more efective acquisition of physics knowledge, a deeper understanding of physics curriculum, the interaction between nature and technology, the use of physics knowledge, the development of abilities of scientific enquiries, enrichment of positive emotional attitude, development of expressions of scientific reflexion. Theoretical basis of the model is based upon the theory of constructivism that explains that learning is a process of constructing knowledge which is in turn based in social interaction, student’s previous experience of student working with context-oriented, systematically created curriculum that integrates the student’s knowledge about nature. (Figure2).

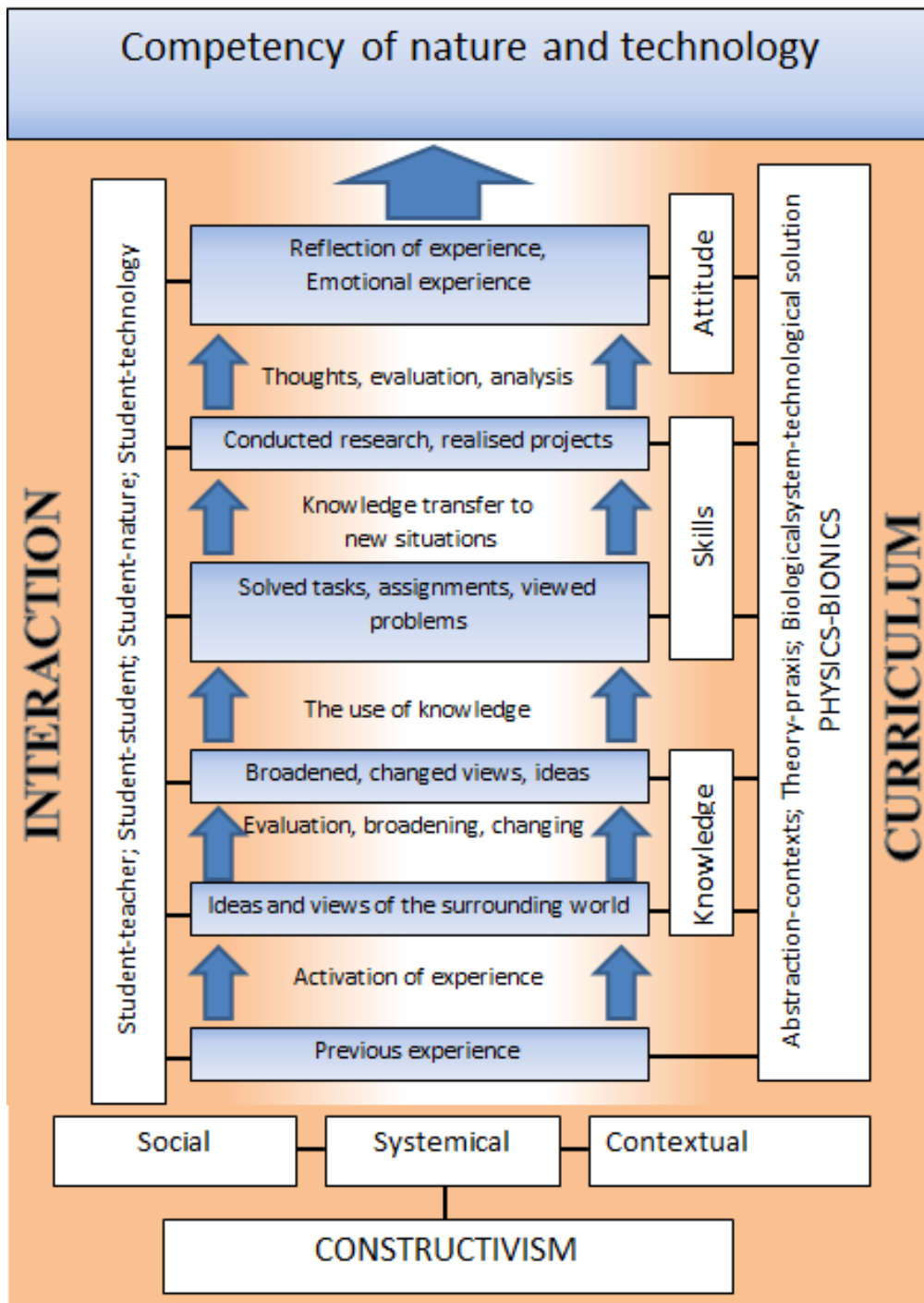


Figure 2. Didactical model of learning physics that ingetrates student's knowledge about nature (*authors construction*)

In the developed didactical model of learning physics it is expected to view the interaction- dialogue, „student-teacher”, „student-student”, „student-nature”, „student-technology”, by activating previous experience, widening the abilities to use knowledge by developing research skills. The use of these interactions in the learning process of physics spark students' interest, draws attention, activates students' learning activities, connects learning process to practical life.

By including bionics in physics curriculum, the biological system and the technological solution of this system is viewed in context, which allows praxis to be used in theory and vice versa.

In the subchapter 2.3. of the thesis the author has concluded that physics learning is guided towards learning integrated knowledge about nature and is to be realized in a context-oriented pedagogical process, where student has an important role in gaining knowledge. The learning process is guided towards the facilitation of the development of competency of science and technology. Science and technology competency can be perceived as a collection of knowledge, skills and attitudes, that are required to explain the surrounding world, perceive problems, analyze and solve them in a research work in order to understand processes of nature and changes in nature, evaluate them and act accordingly. That means that criteria for development of science and technology competency can be considered: knowledge, skills, attitudes. Systemicness, order, usefulness and dynamicness is characteristic to knowledge, that allows one to see the aspects of interaction between nature and technologies, therefore skills to not only solve learning problems but also transfer the knowledge and skills to the discovery of new connections and the solving of new technological problems. Self-examination is characteristic to attitudes, and it is expressed through critical analysis of own actions and knowledge, thoughts about the meaning and limits of knowledge.

Part 3 of the thesis “Analysis of the efficiency of the didactical model, that integrates student’s knowledge about nature, in teaching physics” consists of two chapters.

3. Part describes the empirical research.

In the chapter 3.1. of the thesis, the way of research is described, the methodology of quantitative and qualitative research. During the practical research the author clarified the level of awareness of the students and teachers about bionics and the transfer of natural processes to technology, tested how the use of the didactical model that integrates the student’s knowledge about nature in the learning process affects physics learning in secondary school, evaluated the level of students’ acquired physics knowledge and skills by the end of the pedagogical research, evaluate the change of attitude towards physics by the end of the pedagogical experiment.

By analysing the level of students’ learning, extra attention was paid to these aspects: student’s acquired knowledge, the understanding of theory, laws and ideas, as well as the understanding of the interaction between nature and technology, knowledge skills, skills of scientific research, analysis of knowledge and actions, attitude.

In the chapter 3.2. of the thesis, analysis of the acquired data and results has been done. The main results of the empirical research:

Students see the connection between the events happening in nature and the development of technology, despite the fact that the physics course does not mention that many technological solutions are based upon natural processes;

Students want the teachers to use visualization in the teaching process – presentations, demonstrations;

Students would love to have more examples of nature and the explanation of physics laws using the laws of nature;

Students enjoy researching, making conclusions, use the previously acquired knowledge, experience, but students do not associate it with the transfer of natural systems to technological constructions;

A positive change in students' attitude towards physics can be achieved via the use of the didactical model that integrates the students' knowledge about nature, with elements of bionics and was developed during the work on the thesis.

By fulfilling the previously set goals, the author has come to a conclusion that the previously set hypothesis is confirmed. The use of the developed didactical model and the use of elements of bionics in physics learning process, raises the students' interest in physics and sciences, develops competency of science and technology more efficiently.

THESIS FOR DEFEENCE

- Physics learning is to be realised by basing upon a didactical model that integrates the student's knowledge about nature, and includes the students learning in a social interaction by actively working with a context-oriented, systematically created curriculum that integrates the knowledge about nature and technological competency.
- Physics curriculum is to be improved by integration of bionics elements that provide the unity of learning, nature and technology and facilitates the students' thinking in connections, by connecting theory and praxis, biology and physics, biological systems and technological solutions.
- The model actualizes the didactical laws and ensures the usability of students' knowledgem skills, the development, systemicness and usefulness of attitudes, that allow to see the aspects of interaction between nature and technology, uncover new links to solve technological problems.

CONCLUSIONS

- In physics didactics, a context-oriented approach, that is focused towards an actively working student, which is constructing an understanding of physics content with the help of contexts, can be brought forward as a topicality. Context-oriented learning is connected to the creation of a new learning culture, that is focused on promoting student's scientific thinking, by advancing the understanding of scientific work about topics that integrate everyday events, natural phenomena, processes of technology and production.
- Physics learning can be realised basing upon a didactical model that integrates the student's knowledge about nature which is based upon the theory of constructivism and proposes learning in a social interaction, basing upon previous experience, actively working with a context-oriented, systematically created curriculum, developing the competency of science and technology.
- Competency of science and technology can be perceived as a complex of knowledge, skill and attitude, that are required to explain the surrounding world, to perceive problems, analyse and in active research work solve them, to perceive the changes in nature, evaluate them and react responsibly.
- The development of competency of nature research and technology in physics learning process show the formation of understanding of physics, the interaction between nature and technology, the improvement of the usage of physics knowledge and the skills of scientific research, the creation of positive experiences and the development of thinking skills
- The didactical model of teaching physics that integrates student's knowledge about nature has shown positive results by contributing to the creation of a deeper understanding of physics theory, the interaction between nature and technology, the development of the use of physics knowledge and the skills of scientific reflexion, the enrichment of positive emotional attitude and the development of scientific reflexion.
- The developed approbation of the didactical model of physics teaching that integrates student's knowledge about nature, points toward the fact that context-oriented learning process and the use of bionics elements in the secondary school physics curriculum, improves the students' interest in physics and sciences, develops the competency of science and technology more efficiently.

SUGGESTIONS TO SECONDARY SCHOOL PHYSICS TEACHERS

- Use the didactical model of physics teaching that integrates the student's knowledge about nature, which was developed by the author (Figure 2.), in teaching secondary school physics.
- Improve the curriculum of secondary school physics and include elements of bionics in it.
- Bring up the inter-subject connection with the help of bionics by creating a connected curriculum of science subjects that is based on these principles (based upon suggestions of E. Clark):
 - ✓ Acceptance of connection between physics and bionics,
 - ✓ Physics is taught in the context of bionics,
 - ✓ The unity of current curriculum and the processes occurring in nature and surrounding environment,
 - ✓ In the learning process student uncovers laws of physics during a research,
 - ✓ The laws of physics are learned through processes occurring in nature,
 - ✓ The quality of information dominates over quantity.
- Organise the learning process in the classroom using the ideas of constructivism.
- While teaching physics in context, use the dialogues: “student-student”, “student- teacher”, “student- nature”, “student-technology”.

Directions of further research

Continue the research of theory regarding the role of bionics in the improvement of physics curriculum, the students' learning process and the teaching process.

Wide research regarding the teaching of bionics in secondary school have not been conducted therefore research can be continued by bringing up the connection of subjects bionics-physics-biology.

The didactical model of physics teaching that integrates student's knowledge about nature which was developed by the author has to be approbated in different secondary schools with different directions of education.

Continue the research regarding the efficiency of the didactical model that integrates student's knowledge about nature.

One can continue to produce physics handouts with the elements of bionics, a more complete program of introducing the elements of bionics in the curriculum of secondary school physics course could be developed.

THE APPROBATION OF THE RESULTS OF RESEARCH

1. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2010). The continuity of the content in physics education in secondary and higher education. Pedagogical Technologies in Socialization and Resocialization of Society. Vol.1. p.56.-64. ISSN 1691-5909, ISBN 978-9984-44-048-4
2. Dzerviniks, J., Poplavskis, J. (2011). Konstruktīvisma didaktikas akcenti fizikas mācībās vidējā izglītībā. Proceedings of the International Scientific Conference „Society, Integration, Education”. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, p.117.-127. ISSN 1691-5887 Thomson Reuters web of Knowledge ISI Conference Proceeding datu bāze <http://www.isiwebofknowledge.com>
3. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2011). Results of centralized examination as an indicator of the level of acquirement physics. Education Reform in Comprehensive School: Education Content Research and Implementation Problems. The Collection of Scientific Papers. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, p.108.-119. ISSN 1691-5895, EBSCO Index <http://search.ebscohost.com>
4. Dzerviniks, J., Poplavskis, J. (2012). Acquisition of Physics in Comprehensive School: Accents of Constructivism Approach. Problems of Education in the 21st Century. Current Tendencies and Problems in Education - Volume 41. p.10-17. EBSCO Index <http://search.ebscohost.com>
5. Poplavskis, J. (2013). Didactic model with the integration of the elements of bionics in physics teaching. Proceedings of The 1st Global Virtual Conference 2013. p.6. <http://www.gv-conference.com/actual-conferences-and-papers/>
6. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2013). Nature Studies and Technologies Competence and Criteria of its Development in the Context-oriented Process of Learning Physics. Teacher of the 21st Century. Quality education for quality teaching. Rīga, LU.
7. Poplavskis, J., Dzerviniks, J. (2013). Bionika skolas fizikas mācību satura pilnveidei. Proceedings of the International Scientific Conference „Society, Integration, Education”. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola, 296.-309.lpp. ISSN 1691-5887
8. Дзервиникс, Я., Поплавскис, Я. (2013). Компетентностный подход в обучении физики как основа долгосрочного образования и развития естественнонаучной и технологической культуры школьников.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to say special thanks to my guide Dr. paed.asoc.prof. Jānis Dzerviniks for his guided support and patience during the work on the thesis.

I would also like to thank the director of Rezekne Higher Education Institution doctor study program Dr. paed.asoc.prof. Velta Ļubkina, Dr. paed. of Rezekne Higher Education Institution Svetlana Ušča and Dr. paed. Gunārs Strods.

Thanks to the reviewers Dr. habil. paed. prof. Irēna Žogla, Dr. paed, asoc.prof. Andra Fernāte for their objectivity and constructive suggestions.

Thanks to Dr. prof. Barbara Moschner, Dr. prof. Hilbert Meyer of Oldenburg University, Dr. prof. Bernd Hill of Munich University for their support and suggestions on the research.

Thanks to the physics teachers who accepted the challenge and agreed to participate in the pedagogical experiment, approved the developed didactical model, shared their experiences, provided the feedback.

Thanks to my colleagues and students for their support during the research.

I would also like to thank the staff of the Rezekne Higher Education Institution EUF project "Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai Rēzeknes Augstskolā" (Vienošanās par projekta īstenošanu Nr.2009/0161/1DP/1.1.2.1.2./09/IPIA/VIAA/007) for the opportunity to receive financial aid to fund the research activities during the work on the thesis.

Thanks to all the professors of doctor studies of Rezekne Higher Education Institution and Latvian University for rousing my personal growth during lectures, methodological seminars and colloquiums.

Thanks to my family for their support, understanding, endurance during the work on the thesis.

